R. 3966

HALIOTIS

1975 _ VOL. 5



COLLOQUE INTERNATIONAL DE MALACOLOGIE MARINE APPLIQUEE

La Rochelle - Juin 1975



Publié par la Société Française de Malacologie

SOCIETE FRANCAISE DE MALACOLOGIE

fondée en 1969

Siège social : 55, rue de Buffon, 75005 PARIS. Tél 331.38.95

COMPOSITION DU CONSEIL D'ADMINISTRATION POUR L'ANNEE 1975

Président : J. TARDY, Laboratoire de Biologie Marine, I.U.T., 17000 - La Rochelle.

Vice-Président : J.P. HEROLD, Laboratoire de Physiologie Animale, Faculté des Sciences, Place Leclerc, 25030 -BESANCON.

Secrétaire Général : H. CHEVALIER, Département de Malacologie du Muséum, 55, rue de Buffon, 75005 PARIS.

Secrétaire Adjointe : Mlle A.M. TESTUD, même adresse.

Trésorier : P. LE GALL, Laboratoire de Biologie Marine, 14530 - LUC-sur MER.

Autres Membres du Conseil : J.C. FISCHER (Paris), Mme A. LAURIAT-RAGE (Paris), P. LUBET (Caen), A. LUCAS (Brest), B. SALVAT (Paris), W. STREIFF (Caen), G. TRUC (Lyon).

Membres étrangers invités à siéger au Conseil en 1975 : E. BINDER (Suisse), J.J. VAN MOL (Belgique).

La Société Française de Malacologie a été fondée le 29 Janvier 1969. Elle a pour but d'encourager et de développer toute étude concernant les Mollusques actuels et fossiles, de faciliter les relations entre les malacologistes et de les documenter sur les recherches en cours dans les différents laboratoires de France ou d'autres pays. L'association est dirigée par un Conseil d'Administration de douze membres élus pour trois années par l'Assemblée Générale ordinaire.

Les demandes d'adhésion sont ratifiées par le Conseil d'Administration; aucune condition particulière n'est exigée pour être membre, personne physique ou personne morale. Le montant annuel de la cotisation est de 50 F pour les personnes physiques (non étudiants), de 30 F pour les étudiants et de 100 F pour les personnes morales (Laboratoires, Bibliothèques, Librairies, Sociétés ...). Il est payable par mandat ou chèque à l'ordre de la "Société Française de Malacologie, 55, rue de Buffon , 75005 PARIS (C.C.P. : 30 387 66 - La Source).

Chaque membre de la Société reçoit : 1°/ La revue "HALIOTIS" 1 volume de (1 ou 2 numéros, séparés ou reliés, par an), 2°/ le bulletin "ELONA" (1 numéro par an), 3°/ des circulaires d'informations, 4°/ des circulaires bibliographiques (travaux malacologiques reçus au Siège social de la Société).

Toute demande d'adhésion ou de renseignements doit être adressée au Secrétariat de la Société.

Directeur de la publication : Le Président de la S.F.M.
Comité de Rédaction : le Conseil de la S.F.M. et les Membres étrangers invités au Conseil.

Secrétaire de rédaction et Gérant : P. LUBET.

Imprimé à Marseille
Faculté des Sciences et Techniques
St-Jérôme - 13013 Marseille

Dépôt légal : 3° trimestre 1976

Pr 3966

HALIOTIS

1975 _ VOL. 5

COLLOQUE INTERNATIONAL DE

MALACOLOGIE MARINE APPLIQUEE

La Rochelle. Juin 1975

[illegible] par la Société Française de Malacologie

HALIOTIS



1975 _ VOL. 5

COLLOQUE INTERNATIONAL DE MALACOLOGIE MARINE APPLIQUEE

La Rochelle - Juin 1975



Publié par la Société Française de Malacologie

S O M M A I R E

Thème 5 : TECHNOLOGIE DE L'ELEVAGE

Thème 6 : LA CONCHYLICULTURE EN EUROPE.

TROISIEME CONGRES DE LA SOCIETE FRANCAISE DE MALACOLOGIE
ET
COLLOQUE INTERNATIONAL DE MALACOLOGIE MARINE APPLIQUEE
LA ROCHELLE, 16 - 20 juin 1975

Organisés par le Laboratoire de Biologie Marine
de l'Institut Universitaire de Technologie de la Rochelle
(Université de Poitiers) et la Société Française de Malacologie*

DEROULEMENT DES MANIFESTATIONS

Lundi 16 juin :

MATIN :
Ouverture des manifestations par Monsieur Benoit JEANNEAU, Président de l'Université de Poitiers, en présence de Monsieur le Député-Maire de La Rochelle, de Monsieur le Représentant du Préfet de la Charente Maritime et de Monsieur le Professeur Jean TARDY, Président de la Société Française de Malacologie et organisateur du Congrès et du Colloque.
Communications au Congrès. Président de séance : Professeur M. de LARAMBERGUE.

APRES-MIDI :

Suite des communications au Congrès. Président de séance : Professeur E. BINDER
(Les communications au Congrès seront publiées dans le volume 6 de la revue "Haliotis")

COLLOQUE INTERNATIONAL DE MALACOLOGIE MARINE APPLIQUEE

Mardi 17 juin :

MATIN :
Président de séance : Professeur J.J. VAN MOL
Thème 1 : Ecloseries et élevages expérimentaux.
Rapport de A. LUCAS.
Communications de S. LE ROUX, Y. MARTIN, P. ESCOUBET, et L. VICENTE, M. LE PENNEC.

Thème 2 : Pathologie, parasitisme.
Communications de H. GRISEL, M. COMPS, D. PRIEUR, M. GUTIERREZ et E. PASCUAL, D. PRIEUR.

* Ont apporté leur soutien financier au Colloque : le Ministère des Affaires Etrangères, le CNEXO, l'Université de Poitiers (U.E.R Sciences), le Conseil Général de la Charente Maritime, la Ville de la Rochelle, les Chambres de Commerce de la Rochelle et de Rochefort, la Section Régionale Conchylicole de Marennes-Oléron, le Syndicat Mytilicole des Charentes.

APRES-MIDI :

Président de séance : Professeur P. LUBET
Thème 3 : Valorisation des produits conchylicoles, commercialisation.
Communications de H. DURAND, CREPEY, H. CHEVALLIER, J. GRANIER et A. LUCAS. Rapport de C. MAURIN.

Thème 4 : Pollution des Mollusques.
Communications de A. LUCAS, C. CHAISEMARTIN. Rapport de A. CALABRESE.

Mercredi 18 juin :

MATIN :
Président de séance : Professeur P. KORRINGA
Thème 5 : Technologie de l'élevage, plus particulièrement des Huîtres, exploitation des stocks de Mollusques.
Communications de H. DUPOUY (présentée par L. MARTEIL), BUESTEL et LAUREC, A. RICHARD, Z. FILIĆ, E. HIS.
Rapport de L. MARTEIL.

APRES-MIDI :
Président de séance : Professeur L. VICENTE
Thème 5 (suite) : Technologie de l'élevage, plus particulièrement des Moules, exploitation des stocks.
Rapport de P. LUBET et M.J. DARDIGNAC.

Thème 6 : La Conchyliculture en Europe.
Rapport de P. KORRINGA.

Jeudi 19 juin :

MATIN :
Président de séance : Professeur A. RICHARD
Thème 6 (suite) : La Conchyliculture en Europe.
Rapports de Z. FILIC, E. PASCUAL, C. KENSLER.

APRES-MIDI :
Président de séance : Professeur A. LUCAS.
Thème 7 : Aménagement du littoral.
Communications de L. VICENTE, A. BERQUIN.
Film sur la Mytiliculture réalisé et présenté par G. BOUYE.

Vendredi 20 juin :

Excursion : visite d'une ferme d'aquaculture marine et visite d'installations ostréicoles dans la région de Marennes.

LISTE DES PARTICIPANTS
AU
TROISIEME CONGRES DE LA SOCIETE FRANCAISE DE MALACOLOGIE
ET COLLOQUE INTERNATIONAL DE MALACOLOGIE MARINE APPLIQUEE
LA ROCHELLE, 16 - 20 juin 1975

BERQUIN A. - Directeur d'études de la mission d'aménagement du littoral de la Basse Normandie - MABN, 25, rue Varignon - 14000 CAEN.

Dr. BINDER E. - Conservateur - Musée d'Histoire Naturelle, Case 284 - CH - 1211 - GENEVE 6.

BUCAILLE D. - Chercheur E.D.F - Laboratoire de Zoologie - Faculté des Sciences - 14000 CAEN.

Dr. BOUCHET P. - Assistant - Laboratoire de Biologie des Invertébrés Marins - 55, rue Buffon - 75005 PARIS.

Dr. BOUTRY J.L. - Maître Assistant - I.U.T. LA ROCHELLE. 17026 LA ROCHELLE CEDEX.

BOUYE G.R. - Mytiliculteur - 58, rue des Groies - CHARRON - 17230 MARANS.

BOUYE A. et Mme - Président des Mytiliculteurs de France - CHARRON 17230 - MARANS.

Dr BRISSON P. - Maître Assistant - Laboratoire de Zoologie-Biologie Cellulaire - 40, avenue du Recteur Pineau - 86022 POITIERS.

Dr. CALABRESE A. - Fisheries Biologist - Milford Biological Laboratory MILFORD - Connecticut - 06460 - USA.

Dr. CALLAME - Directeur du C.R.E.O. - Le Bout Blanc - 17000 LA ROCHELLE.

Dr. CHAISEMARTIN C. - Maître Assistant - 123, rue Albert Thomas 87100 LIMOGES.

CHEVALIER - Chargé de Recherches - I.S.T.P.M - 74, allée du Mail 17000 LA ROCHELLE.

Dr. CHEVALLIER H. - Maître Assistant - 55, rue Buffon - 75005 PARIS.

COCHARD J. - Ostréiculteur - Rue Napoléon - 17123 ILE D'AIX.

COMPS M. - Chargé de Recherches - 1, rue Jean Vilar - 34200 SETE.

Dr. CREPEY - Directeur de Recherches - I.S.T.P.M. - 44000 NANTES

COUILLAUD J.M. - Secrétaire du Congrès - Boulevard Joffre - 17000 LA ROCHELLE.

Dr. DAGUZAN J. - Maître Assistant - 4, rue Alain Gerbault - 35000 RENNES.

Dr. DARDIGNAC (Mme) - Maître de Recherches - I.S.T.P.M. - 74, allée du Mail - 17000 LA ROCHELLE.

DELALOI B. (Mlle) - Technicienne - Laboratoire de Biologie Marine - I.U.T. 17026 LA ROCHELLE CEDEX.

DELTREIL et Mme - Chargé de Recherches - I.S.T.P.M. 33120 ARCACHON

DESHAYES - P.D.G. - S.A.T.M.A.R. - 50760 BARFLEUR.

DIMIGLIO R. - Responsable G.I.O. - 36, avenue Jules Defaure 17100 SAINTES.

DRILLEAU J. - Ingénieur T.P.E. - Direction Départementale de l'Equipement - 5, rue de la Cloche - 17000 LA ROCHELLE.

Dr. DUGUY R. - Directeur du Muséum de LA ROCHELLE - 5, rue de Norvège - 17000 LA ROCHELLE.

DURAND H. - Chargé de Recherches - I.S.T.P.M. rue de l'Ile d'Yeu - BP 1049 - 44037 NANTES CEDEX.

ESCOUBET P. - Attaché de Recherches - "Observatoire de la Mer" (Fondation Scientifique Ricard) Ile des Embiez - 83140 LE BRUSC.

FAVERIS R. - Technicien CNEXO - Laboratoire de Zoologie - Université de CAEN.

FEUILLET (Mlle) - Chargée de Recherches - I.S.T.P.M. - 74, allée du Mail - 17000 LA ROCHELLE.

Dr. FILIĆ Z. - Assistant - Centre for Marine Research. Institute "R. Bošković " - 52210 ROVINJ (Yougoslavie).

GANTES H. (Mme) - Chef de Travaux - 36, rue du Haut Carré - 33400 TALENCE.

GRAS - Directeur de Laboratoire - I.S.T.P.M. - 17340 LA TREMBLADE.

GRIZEL H. - Attaché de Recherches - 1, rue Jean Vilar - 34200 SETE.

GROLLEAU P. - Président de la Section Régionale MARENNES/OLERON du CIC - 17113 MORNAC SUR SEUDRE.

GUERGUEN - Aide Technique - I.S.T.P.M. 74, allée du Mail - 17000 LA ROCHELLE.

HIS E. - Chargé de Recherches - I.S.T.P.M. - 63, boulevard Deganne 33120 ARCACHON.

Dr. KENSLER C.B. - Director - Shellfish Research Laboratory University College (Galway) CARNA, County Galway - IRELAND.

KORRINGA P. et Mme - Professeur-Directeur - Institut Néerlandais pour les Recherches concernant la pêche. P.O. Box 68. Harnigade JUMMIDEN (Pays Bas).

LAPIERRE F. et Mme - Assistant - 168, rue des Roissys - 92320 CHATILLON s/ BAGNEUX.

Dr. LARAMBERGUE (de) M. - Professeur Honoraire Zoologie, Faculté des Sciences - 10, place de la Cathédrale - 86000 POITIERS.

LARRIGNON M. (Mme) - Direction Départementale de l'Equipement - 5, rue de la Cloche - 17000 LA ROCHELLE.

LE BORGNE - Directeur Technique - S.A.T.M.A.R. - 50760 BARFLEUR.

Dr. LE GALL P. - Maître Assistant - 1, rue Abbé Vengeon - 14530 LUC SUR MER.

LEON M. - Chargé de Recherches - Institut des Pêches Maritimes - 37, rue Général Leclerc - 17340 LA TREMBLADE.

Dr. LE PENNEC M. - Assistant Biologie Animale - Laboratoire de Zoologie - Faculté des Sciences - Avenue le Gorgeu - 29283 BREST CEDEX.

L'EPREVIER (de) L. - 18390 SAINT GERMAIN DU PUY.

LE ROUX S. (Mme) - Technicienne CNEXO - Faculté des Sciences, avenue Le Gorgeu - 29283 BREST CEDEX.

Dr. LUBET P. - Professeur Faculté des Sciences - 17, rue des Terrasses 14000 - CAEN.

LUCAS A. - Dr. - Maître de Conférence - Laboratoire de Zoologie - Faculté des Sciences - 29283 BREST CEDEX.

Dr. MAURIN C. - Professeur - Directeur I.S.T.P.M. - I.S.T.P.M 44000 NANTES - Rue de l'Ile d'Yeu - B.P. 1049.

Dr. MARTEIL L. - Directeur de Recherches - Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes - Rue de l'Ile d'Yeu - B.P. 1049 - 44037 NANTES CEDEX.

MERCERON et LEDUC - Chercheurs - Centre Océanologique de Bretagne B.P. 337 - 29273 BREST CEDEX.

METIVIER B. - Assistant - Laboratoire de Biologie des Invertébrés Marins et Malacologie - 55, rue Buffon - 75005 PARIS.

MIAILHE J.L. - Directeur G.I.O. - 36, avenue Jules Defaure - 17100 SAINTES.

MOISON Geneviève - Professeur de Conchyliculture - Fouilloux n° 8 17530 ARVERT.

Dr. PASCUAL E. - Docteur en Sciences Biologiques - Instituto de Investigaciones Pesqueras. Puerto Pesquero - CADIX (Espagne).

PILLET-RAMON et Mme - Ostréiculteur - 2, rue d'Islande - 59000 LILLE.

POINTIER J.P - Chercheur - Laboratoire de Biologie Marine et Malacologie - Ecole Pratique des Hautes Etudes - 55, rue Buffon 75005 PARIS.

POUVREAU B. - Chercheur CNEXO - Laboratoire de Zoologie - Université de CAEN.

PRIEUR D. et Mme - Chercheur CNEXO - Laboratoire de Zoologie - Université de Bretagne Occidentale - 29283 BREST CEDEX.

Dr. QUATTRINI D. et Mme - Directeur d'Institut - Via Delle Cerchia 3-53100 SIENA.

RAISON M. - Directeur S.A.M.Y. - 8, rue Soufflot - 17000 LA ROCHELLE

REAL Guy - Biologiste au C.N.R.S. - 40, allée des Dunes - 33120 ARCACHON.

REGONDAUD J. - Maître Assistant - Laboratoire de Zoologie - 40, avenue du Recteur Pineau - 86022 POITIERS.

Dr. RICHARD A. - Maître de Conférences - Institut de Biologie Marine - B.P. 41 - 62930 WIMEREUX.

Dr. RICHARDOT M. (Mlle) - Technicienne C.N.R.S. - Laboratoire de Biologie Animale et Zoologie - 43, boulevard du 11 Novembre 69621 VILLEURBANNE.

RONDELAUD D. - Attaché - Faculté de Médecine - 6, rue Meissonnier 87100 LIMOGES.

SARA J. - Directeur des Services Adm. CIC - Région de Marennes/Oléron - 24, rue Le Terme - 17320 MARENNES.

Dr. SILBERZAHN N. (Mme) - Maître Assistante - Laboratoire de Zoologie - Université de Caen - 14032 CAEN CEDEX.

Dr. TARDY J. et Mme - Maître de Conférences - Professeur bi-admissible - 51, rue Racaud - 17000 LA ROCHELLE.

TESTUD A. M. (Mlle) - Assistante Muséum - 55, rue Buffon - 75005 PARIS.

Dr. VAN MOL J.J. - Chargé de Cours - Université Libre de Bruxelles 50, avenue Roosevelt - 1050 BRUXELLES (Belgique).

Dr. VICENTE N. - Responsable Scientifique - Professeur Université de MARSEILLE - "Observatoire de la Mer" (Fondation Scientifique RICARD) Ile des Embiez - 83120 LE BRUSC.

ZAMORA E. - Etudiant - 142, boulevard Massena - App. 1159 - 75013 PARIS.

Dr. ZAOUALI J.. - Chef de Travaux - 14, rue Mourouj el Menzah - (Mme) TUNIS (Tunisie).

T H E M E I

ECLOSERIES ET ELEVAGES EXPERIMENTAUX

HALIOTIS Vol. 5 1975 (1976)

LES ECLOSERIES DE MOLLUSQUES BIVALVES

par Albert LUCAS (1)

RESUME

L'étude porte sur les écloseries industrielles à but commercial, par référence à celles qui existent aux U.S.A., en Grande-Bretagne, au Japon et en France. La structuration d'une écloserie est analysée et 7 éléments sont successivement examinés : (1) le choix du site en fonction de divers critères écologiques parmi lesquels la qualité de l'eau de mer, (2) le traitement de l'eau : chauffage et purification par divers procédés : filtrations, U.V., stérilisation, pasteurisation, centrifugation, (3) les cultures d'algues monocellulaires utilisées comme nourriture : espèces cultivées et technique de production (méthode continue ou discontinue), (4) le conditionnement des géniteurs, (5) la ponte et la fécondation, (6) les modalités de l'élevage de larves véligères et de leur fixation (naissain libre ou sur collecteur), (7) le prégrossissement du naissain avant la vente.

Le marché du naissain d'écloserie en 1975 est encore faible par rapport au marché du naissain naturel. La production en écloserie est régulière seulement pour les huîtres : *Crassostrea gigas*, *C. virginica*, *Ostrea edulis* et, à un moindre degré, pour 2 vénéridés : *Venerupis semidecussata* et *Mercenaria mercenaria*. Il existe encore des difficultés à tous les niveaux de la production, c'est pourquoi les accidents sont nombreux. Jusqu'ici aucune écloserie commerciale de Bivalves n'a fait la preuve de sa rentabilité économique. Seule une

(1) Université de Bretagne Occidentale - Laboratoire de Zoologie, Faculté des Sciences, BREST.

collaboration entre professionnels et scientifiques permettra d'améliorer la situation.

SUMMARY

MOLLUSC BIVALVES HATCHERIES

This study deals with industrial hatcheries which have a commercial purpose, referring to those existing in the U.S.A., Great-Britain, Japan, France. The scheme of a hatchery is analyzed and 7 components are studied : (1) choice of the site depending on several ecological criteria, mainly sea water quality, (2) sea water treatment : heating and purification through various methods : filtrations, U.V., sterilization, pasteurization, centrifugation, (3) monocellular algae cultures used as food : species cultivated and production techniques (continous and bath method), (4) broodstock conditionning, (5) spawning and fertilization, (6) modality of rearing veliger larvae and their fixation (cultched and uncultched spat), (7) growing of the spat before sale.

In 1975, the market of hatchery produced spat is still low compared with that of natural spat. Production in hatcheries is steady only for oysters : *Crassostrea gigas, C. virginica, Ostrea edulis* and, at a lesser level, for two clams *Venerupis semidecussata* and *Mercenaria mercenaria*. Difficulties still remain at each level of production, accordingly failures are numerous. Up to now,not any commercial hatchery producing Bivalves, has proved its profit-earning capacity. This situation cannot be improved unless professionals and scientists cooperate.

oooo

Bien qu'il soit d'usage récent et qu'il ne figure pas encore dans les dictionnaires classiques, le terme d'écloserie est maintenant très employé dans les milieux s'occupant d'aquaculture, aussi bien chez les scientifiques que chez les professionnels. Cette adoption du terme est un signe de popularité de la technique. Il est vrai qu'il y a un aspect prestigieux dans le fait de réaliser les élevages complets, de l'oeuf à l'adulte, et de se passer ainsi des aléas du captage naturel. Cependant il ne faudrait pas se laisser aller à une admiration

sans bornes pour les écloseries et croire qu'elles vont saturer le marché de leurs produits dès les prochaines années. Trop de difficultés subsistent encore pour permettre leur essor.

On peut considérer qu'il y a 3 types d'écloseries. Les expérimentales qui opèrent en laboratoire pour des recherches particulières et où les élevages de larves se font à petite échelle (quelques litres) ; les préindustrielles qui mettent au point de nouveaux types d'élevages et fonctionnent à moyenne échelle (quelques centaines de litres) ; les industrielles qui commercialisent leurs produits et travaillent à grande échelle (quelques milliers de litres). Nous étudierons surtout ces dernières, dans les pays où elles sont actuellement en activité : Etats-Unis, Grande-Bretagne, Japon, France, car c'est à leur niveau que les problèmes technologiques se posent avec le plus d'acuité (2).

1 - STRUCTURE D'UNE ECLOSERIE.

Quelles que soient ses dimensions, une écloserie commerciale est forcément constituée d'un certain nombre d'éléments. Nous les avons représentés sur la figure 1 de façon abstraite : (1) prise et stockage de l'eau de mer, (2) traitement de l'eau de mer, (3) cultures d'algues monocellulaires utilisées comme nourriture, (4) conditionnement des adultes destinés à la reproduction, (5) dispositifs de ponte et de fécondation, (6) élevages de larves, les uns concernant les larves nageuses, les autres, les larves en métamorphose, donc leur fixation, (7) prégrossissement des postlarves ou naissain.

La séparation effective de ces différents éléments n'est pas toujours réalisée dans une écloserie, mais elle est très souhaitable, car les conditions ambiantes qui sont requises, notamment en matière d'éclairage et de température, diffèrent d'un élément à l'autre.

La figure 1 montre aussi la circulation de l'eau de mer

(2) Enquête réalisée grâce à l'aide du CNEXO.

dans une écloserie. La qualité de cette eau varie selon l'activité considérée, comme nous le verrons ultérieurement. Les larves, le naissain, les géniteurs, reçoivent en plus des cultures d'algues. L'eau de mer est utilisée de deux façons, soit stagnante avec vidanges périodiques (élevages de larves, cultures d'algues), soit circulante (géniteurs, naissain). En définitive, il s'agit d'un circuit ouvert en connection avec le milieu naturel et donc très sensible à sa qualité.

2 - LE SITE, LES BATIMENTS, LA QUALITE DE L'EAU.

Le site qui convienne à une écloserie est celui :

- où l'eau de mer est de bonne qualité et ceci de façon constante toute l'année.
- où il n'existe aucune menace de pollutions industrielles, agricoles ou domestiques.
- qui se trouve à l'écart des zones de cultures conchylicoles de façon à éviter toute contamination en cas d'épizootie.

Ces règles simples sont rarement appliquées, car le plus souvent, l'implantation a été imposée pour des raisons financières, administratives ou sociales, qui ne tiennent pas compte des données écologiques.

Par exemple, aux Etats-Unis, sur 7 écloseries commerciales que nous avons étudiées, 6 sont en zones ostréicoles (Flowers, Blue Point, Long Island Oyster Farm Inc, Chesapeake Sea Farm Inc, Lummi Indian Project, Sea Farm Inc), contre une : l'International Shellfish Enterprises. Par contre, en France, les deux écloseries commerciales : la SATMAR à Barfleur (Cotentin) et celle de l'UNICOMA à l'île d'Houat (Morbihan) sont à l'écart des zones conchycoles.

Les bâtiments, par leur nature et leur agencement, constituent aussi un élément déterminant, car l'eau de mer y circule et y est traitée avant son usage dans les élevages. La qualité première d'une écloserie est d'être propre. Ceci exclut tout autant les bâtisses de fabrication légère que les dispositifs intérieurs rigides. En

particulier, toutes les tuyauteries, tous les bacs doivent être démontables ou amovibles pour être nettoyés périodiquement.

Le pompage est un élément essentiel : toute panne est synonyme de catastrophe. D'où des appareils en double exemplaire et des batteries de secours. On peut comparer l'eau dans une écloserie au sang dans un organisme, la pompe en est le coeur.

L'eau de mer est très rarement utilisée à l'état brut, elle subit divers procédés de purification qui varient d'un établissement à l'autre. Le tableau 1 donne une idée, en réalité très simplifiée, des principaux types de traitement utilisés dans les écloseries. Mais leur choix ne repose, en général, sur aucune analyse de l'eau avant et après le traitement. Ces procédés sont utilisés empiriquement, alors que le problème de la qualité de l'eau et en particulier sa teneur en bactéries, est fondamental, puisque les élevages se font en milieu stagnant et confiné (LUCAS et PRIEUR, 1974).

Le plus souvent l'eau de mer est chauffée en vue des élevages, à l'aide d'un échangeur de température. Dans ce cas, il peut se former des microbulles, qui sont nocives pour les animaux (DUPUY et RIVKIN, 1972). Les produits chlorés employés pour le nettoyage des canalisations, peut provoquer la formation de composés toxiques avec certaines résines. Enfin, tous les plastiques "déchargent" au contact de l'eau de mer : leur vieillissement préalable est une nécessité.

Les écloseries sont souvent constituées par une serre : c'est un moyen d'obtenir un certain chauffage de l'eau et une bonne production algale (Figures 2 et 3).

Traitement de l'eau de mer	Eléments éliminés	Usage(s) dans l'écloserie
Eau brute	Néant	Géniteurs
Filtration 10-20 µ	Zooplancton,débris	Géniteurs, postlarves, larves.
Filtration 1-2 µ	Id.+phytoplancton	Larves.
Filtration 0,1-0,2 µ	Id.+ bactéries	Larves,algues monocellulaires.
Ultra-Violets (après filtration 1-2 µ)	Bactéries	Larves.
Stérilisation (après filtration 1-2 µ)	Bactéries	Larves, algues monocellulaires.
Pasteurisation (après filtration 1-2 µ)	Bactéries	Larves, algues monocellulaires.
Centrifugation	Zooplancton	Géniteurs,postlarves, larves.

TABLEAU 1

Quelques traitements de l'eau de mer en écloserie

3 - LES CULTURES D'ALGUES MONOCELLULAIRES.

Dans toutes les écloseries, la nourriture pour les larves est constituée d'algues monocellulaires vivantes. Pour réussir un élevage, il faut d'abord réussir la culture d'algues sans la moindre défaillance. Les écloseries comportent une ou plusieurs salles d'algues, le plus souvent thermostatées à 18-20° C, qui occupent généralement le tiers de l'espace et dont l'entretien prend environ le tiers du temps de travail.

Les figures 6 à 9 montrent les étapes successives de

cultures d'algues, dans des volumes de plus en plus grands.

En matière de culture d'algues, l'aquaculteur a 4 choix à faire qui portent sur : le mode d'éclairage, la composition du milieu de culture, les espèces d'algues cultivées, la méthode de production.

L'éclairage peut être naturel (toît vitré par exemple) ou artificiel. Très souvent les 2 modes d'éclairage sont combinés, ce qui prolonge la durée de la photosynthèse. Cependant, beaucoup d'écloseries optent pour des salles d'algues sans ouverture, où les conditions écologiques sont mieux contrôlées, mais dont la seule source de lumière est artificielle. Exemple : la SATMAR en France, la Chesapeake Sea Farm Inc. aux U.S.A.

La composition des milieux de culture, utilisés pour les algues, est très variable, d'autant plus que les formules décrites par les algologues sont souvent modifiées, pour des raisons pratiques, par les usagers des écloseries. Le principe est d'ajouter à l'eau de mer stérilisée des sels biogènes, des oligoéléments, un chélateur et des vitamines. Il serait souhaitable qu'un milieu de formule simple et d'efficacité prouvée, soit proposé aux aquaculteurs.

Les espèces d'algues utilisées en écloserie devraient être choisies en fonction de 2 critères : leur facilité de culture d'une part, leur valeur nutritive d'autre part. Mais la "valeur nutritive" est une notion complexe qui dépend au moins de 6 facteurs : l'espèce de mollusque, l'âge de la larve, la concentration algale, l'âge de la culture, le volume de l'élevage. Ajoutons qu'il faut aussi de la nourriture pour les géniteurs en conditionnement et pour les post-larves en préengraissement, qui ont d'autres exigences. Il serait donc nécessaire que l'aquaculture puisse disposer d'une gamme d'algues monocellulaires de culture facile, dont l'usage serait défini après expérimentation à grande échelle.

Grâce aux travaux de LOOSANOFF, DAVIS, UKELES, IMAI, WALNE etc... quelques espèces d'algues ont été sélectionnées pour les écloseries. Pendant longtemps, *Isochrysis galbana, Monochrysis lutheri, Phaeodactylum tricornutum, Cyclotella nana, Skeletonema costatum, Chaetoceros calcitrans, Dunaliella primolecta, Tetraselmis suecica* ont été les seules souches couramment utilisées. Depuis peu, 4 espèces nouvelles se sont répandues dans les écloseries : *Nannochloris oculata, Pyramimonas virginica, Pseudoisochrysis paradoxa, Chrysophaeropsis planktonicus* (DUPUY, 1975). Il n'en reste pas moins que d'autres

recherches sont encore nécessaires dans ce domaine.

Toute culture d'algues comporte une série de repiquages, qui, à partir d'une souche, se font dans des récipients dont les volumes sont de plus en plus grands. La façon d'utiliser les algues obtenues dans les grands volumes permet de distinguer 3 méthodes:

- Méthode continue. Les algues sont prélevées dans des récipients clos (ballons, bonbonnes ou boudins de plastique) de quelques dizaines de litres, mais la quantité enlevée est remplacée par une quantité équivalente de milieu. Les prélèvements sont journaliers. Une telle culture pourra durer plusieurs semaines ou plusieurs mois (UKELES, 1973).

- Méthode discontinue. Après repiquages successifs, les algues sont ensemencées dans de grands volumes de plusieurs milliers de litres, qui ne sont pas clos. Dès que le "bloom" est obtenu (entre 3 et 7 jours), l'ensemble de la culture est immédiatement utilisé comme nourriture.

- Méthode semi-continue. Intermédiaire entre les précédentes, par exemple, par prolongation temporaire des "blooms".

Quelle que soit la méthode employée, la concentration des algues dans les cultures varie de quelques centaines de mille à quelques millions de cellules par ml, la densité variant surtout en fonction du volume des cellules algales.

Rappelons que c'est le milieu de culture complet qui est fourni aux larves. En fait, ce liquide contient autre chose que les algues vivantes et qu'une partie des substances chimiques ajoutées à l'origine. Il y a aussi les algues mortes, de la matière organique dissoute, certains métabolites excrétés par les algues et surtout des bactéries, parfois des protozoaires. La qualité de ce liquide est loin d'être constante. Il y aurait intérêt à en connaître la composition exacte, à tester la teneur en bactéries, à vérifier l'absence de protozoaires. Il est rare que de telles précautions soient constamment prises dans les écloseries, aussi est-il vraisemblable que certaines mortalités brutales soient causées par une nourriture défectueuse.

4 - LES ESPECES D'ELEVAGE, LA SELECTION ET LE CONDITIONNEMENT DES GENITEURS.

Les espèces élevées en écloseries commerciales, sont celles dont la culture est répandue et dont le naissain est recherché. Le tableau 2 résume la situation actuelle.

Toutes les écloseries produisent du naissain d'huîtres, les autres espèces ne jouent qu'un rôle mineur dans la production. Certaines sont strictement spécialisées dans la production d'une espèce (ex : *Crassostrea virginica* à la Chesapeake Sea Farm Inc., U.S.A.) d'autres produisent plusieurs espèces (ex : *Crassostrea gigas, Ostrea edulis, Venerupis decussata* à la Seasalter Shellfish Ltd. G.-B.).

Bivalves	Captage naturel	Production en écloserie
Mytilidés	Facile et abondant, naissain bon marché	Néant
Pectinidés	Abondant (au Japon)	Très faible (au Japon)
Ostréidés	Enorme marché, mais production irrégulière.	Production d'appoint intégrée au marché pour *Ostrea edulis*, *Crassostrea gigas* et *Crassostrea virginica*.
Vénéridés	Localisé ou inexistant Pas de véritable marché.	Faible pour les palourdes (*Venerupis semidecussata* et *V. decussata*) et le clam (*Mercenaria mercenaria*) car les méthodes culturales de ces espèces sont peu développées.
Mactridés Cardiidés Arcidés etc.	Localisé ou inexistant Pas de véritable marché	Sporadique

TABLEAU 2

Le marché du naissain de mollusques Bivalves

Dans la majorité des cas, la sélection des géniteurs est rudimentaire et consiste à choisir des individus de bel aspect obtenus dans la nature. Des hybridations réalisées sur des clams (MENZEL, 1972) n'ont donné lieu à aucune réalisation pratique. J. DUPUY a sélectionné par in-breeding des variétés de *Crassostrea virginica*, mais à la 5ème génération 95 % des parents se sont révélés stériles (Comm. pers.) Ceci montre que la génétique des huîtres n'est pas simple et que le problème de la sélectivité des géniteurs d'écloseries reste encore entier.

Par contre, le conditionnement des reproducteurs ne pose pas de problèmes. Les pontes peuvent être obtenues à toute époque de l'année. La maturation hivernale et printanière est provoquée par élévation de la température et addition de nourriture, tandis que pour retarder les pontes naturelles d'été, les géniteurs sont conservés en eau froide pendant la période souhaitée. Cette mise au point du conditionnement est un atout considérable pour les écloseries, car il permet l'utilisation à plein temps des installations et du personnel.

5 - L'ELEVAGE : FECONDATION, LARVES, METAMORPHOSE.

La conduite d'un élevage de bivalves exige une technique approfondie, aux multiples aspects. Nous ne pourrons, dans le cadre de cette étude, qu'évoquer ceux qui nous paraissent les plus significatifs.

La ponte.

La ponte et l'éjaculation peuvent être provoquées par diverses méthodes. La plus courante et la plus efficace est la stimulation par variations de la température de l'eau. Des extraits de gonades mûres sont aussi couramment utilisés.

Les bacs de ponte ont un fond noir pour reconnaître plus facilement l'émission des gamètes (voir figures 12 et 13).

La fécondation.

Pour être réussie, la fécondation requiert deux précautions

essentielles : la propreté des gamètes, une proportion adéquate de sperme.

Les mollusques expulsent leurs produits génitaux en même temps que les fèces, dont l'élimination peut se faire par filtration, mais cette manipulation n'est pas inoffensive pour les ovocytes quand elle est menée trop brutalement.

Une trop grande abondance de sperme par rapport aux ovocytes est préjudiciable à la qualité de la fécondation. De plus, les spermatozoïdes surnuméraires meurent et provoquent une prolifération bactérienne précoce dans l'élevage. Il serait donc logique d'établir un rapport optimal entre les gamètes mâles et femelles. Or, dans toutes les écloseries, si le nombre d'ovocytes est connu, celui des spermatozoïdes ne l'est pas : le sperme est ajouté au jugé.

Les larves.

Trois facteurs entrent en ligne de compte pour la bonne santé des larves : la qualité de l'eau, la qualité de la nourriture, la densité de population.

Dans les élevages, l'eau de mer est stagnante et chauffée (le plus souvent à 24-28° C), aussi perd-elle assez vite ses qualités d'origine. L'aération du milieu est souvent pratiquée pour éviter le manque d'oxygène. Le renouvellement de l'eau d'élevage permet l'élimination des toxines, de matière organique, de bactéries. Au cours de cette opération, les larves sont retenues sur filtres. En choisissant judicieusement le maillage, on élimine les larves à croissance lente. Cette pratique, quasi générale, permet d'avoir des élevages homogènes. Le rythme du renouvellement de l'eau varie, selon les écloseries, entre un jour et une semaine. Contre la prolifération bactérienne, certains aquaculteurs utilisent des antibiotiques, mais ils agissent le plus souvent de façon empirique et peu efficace.

Les larves doivent être nourries de façon très régulière ; le jeûne leur est fatal. La qualité de la nourriture doit varier en fonction de l'âge, comme l'a montré J. DUPUY (1975) en proposant un protocole séquentiel de nourriture pour larves de *Crassostrea virginica*. La quantité de nourriture doit aussi être proportionnelle à l'âge de la larve.

Dans les écloseries les lots de larves représentent plusieurs millions d'individus. Ils sont répartis dans des cuves d'élevage, dont on peut distinguer 2 modèles courants :

- les cuves à fond conique d'une contenance de quelques centaines de litres en général (voir figure 15).

- les cuves à fond plat, de forme cylindrique ou rectangulaire, qui peuvent atteindre plusieurs mètres cubes (voir figures 16 et 17).

La densité larvaire décroît en fonction de l'âge, en moyenne de 20-30 par ml au moment de la fécondation, elle n'est plus que de 2-3 par ml juste avant la fixation.

Les taux de succès obtenus, depuis la larve de 24 h jusqu'à la larve sur le point de se fixer, sont en moyenne de 10 à 20 %. Mais ces estimations, les aquaculteurs ne tiennent pas compte des élevages ratés qui peuvent apparaître sporadiquement ou sévir de façon continue pendant des semaines, voire des mois, dans une écloserie. La cause de ces échecs, sur lesquels on se montre trop discret, n'est généralement pas élucidée : on s'en tient à des hypothèses sur la qualité intrinsèque des ovocytes, sur la nature de l'eau de mer, sur l'éventualité de substances toxiques, sur l'abondance des bactéries, sur la présence de germes pathogènes etc... Il est vrai que dans les écloseries qui sont soumises au rythme contraignant de la production, on ne dispose pas du temps et des moyens nécessaires pour analyser les élevages frappés de mortalité massive.

La métamorphose.

Quand elle passe du stade pélagique au stade benthique, la larve subit une métamorphose où les transformations les plus frappantes sont la régression du vélum et le développement du pied. Ces modifications morphologiques s'accompagnent de profonds changements physiologiques, encore mal explicités. Cette période est délicate, aussi les taux de succès pour la fixation des huîtres, quoique très variables, sont rarement supérieurs à 20 %.

Certaines écloseries fournissent du naissain fixé sur vieilles coquilles, les collecteurs étant identiques à ceux qui sont utilisés dans la nature, ex. Blue Point à Long Island (U.S.A.) pour *Crassostrea virginica*, Lummi Indian Project à Bellingham (U.S.A.) pour *Crassostrea gigas*. (Figures 22 à 24).

Le plus souvent, le naissain d'huître est libre de tout collecteur ; cette semence "une à une" est avantageuse pour les expéditions à longue distance. Par exemple, 1 kg de naissain libre de *Crassostrea gigas* représente environ 1 million d'individus de 2 mm.

Pour obtenir ce naissain libre il y a 2 procédés :

1°/ La fixation des larves se fait individuellement sur des fines particules de coquilles broyées, bien calibrées (de 300 à 500 µ de diamètre par exemple).

2°/ La fixation a lieu sur une surface lisse, les postlarves étant décollées par la suite. Une récente amélioration de cette méthode est due à J. DUPUY (1975). Les larves se fixent sur des feuilles de plastique et le décollage, extrêmement aisé, n'intervient que lorsque le naissain est acheté par les ostréiculteurs, c'est-à-dire quand il atteint en moyenne 12,5 mm.

6 - LE PREENGRAISSEMENT ET LA VENTE. FIABILITE ET RENDEMENT.

La croissance de la postlarve qui vient de se fixer est qualifiée de préengraissement, car ce stade précède l'engraissement du juvénile, qui se fera généralement sur parc.

En fait, dans certains cas, l'écloserie ne conserve que quelques heures ou quelques jours, les postlarves fixées. Ceci arrive surtout dans les écloseries intégrées à une firme d'élevage. Par exemple, à l'écloserie de Blue point à Long Island, les jeunes *Crassostrea virginica* fixées sur vieilles coquilles sont transférées au bout de 24 h sur les fonds préparés des concessions ostréicoles de la Compagnie.

Le plus souvent, les écloseries élèvent pendant un certain temps le petit naissain qui sera mis en vente à partir de 2 mm et jusqu'à 10-15 mm. Des nourriceries, de conception plus rustique et donc de fonctionnement moins onéreux, prendront un jour le relais des écloseries pour l'engraissement du petit naissain, mais ces établissements sont encore peu répandus. Signalons celui du Tinduff en rade de Brest.

Certaines écloseries indépendantes, non intégrées à une société ostréicole, éprouvent par moment des difficultés de vente.

Cette situation tient à deux causes. D'une part, la production des écloseries n'est pas très régulière en raison des nombreux accidents qui perturbent les élevages, ce qui désoriente la clientèle, d'autre part, les conchyliculteurs hésitent à se lancer dans de nouveaux modes de culture, aussi y-a-t-il peu de presse sur certains produits propres aux écloseries (naissain de palourde et de clam par exemple).

En définitive, on peut estimer que, jusqu'à présent, aucune écloserie de bivalves n'a fait la preuve de sa rentabilité économique.

Au cours de cette étude nous avons mis en évidence un certain nombre de problèmes biologiques qui ne sont pas encore dominés. Tant que ces incertitudes subsisteront, le succès des écloseries de bivalves restera aléatoire. Nous ne pensons pas qu'on parvienne à les résoudre par des recherches isolées, secrètes et protégées par des brevets. Nous pensons, par contre, à l'efficacité d'une collaboration entre Scientifiques et professionnels. Sans doute, faudrait-il un changement d'état d'esprit, de part et d'autre, mais nous sommes persuadés que chacun y trouverait son avantage. Le biologiste aurait à sa disposition un immense champ d'expérience et l'aquaculteur se libérerait de la routine pour rationaliser progressivement la conduite de son exploitation.

ooooo

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

DUPUY, J., 1975 - Translation of mariculture research into a commercial oyster seed hatchery. (sous presse).

DUPUY, J.L. & RIVKIN, S., 1972 - The development of laboratory techniques for the production of cultchfree spat of the oyster *Crassostrea virginica. Chesapeake Science 13 (1), 45-52.*

IMAI, T., 1967 - Mass production of molluscs by means of rearing the larvae in tanks. *Venus, 25 (3-4), 159-167.*

LOOSANOFF, V., 1954 - New advances in the study of bivalve larvae. *Amer. Scient. 42 : 607-624.*

LOOSANOFF, V., & DAVIS, H., 1963 - Rearing of Bivalve mollusks *in Advances in marine biology, F.S. Russel ed. Academic Press. Inc. London vol. 1, 1-136.*

LUCAS, A., & PRIEUR, D., 1974 - Le contrôle bactérien des élevages de larves de Bivalves. Colloque sur l'aquaculture BREST-1973. *Actes de colloques n° 1, 1974 - C N E X O PARIS.*

MENZEL, R.W., 1972 - The role of genetics in molluscan mariculture. *Bull. Am. Malac. Union. 1972, 13-15.*

UKELES, R., 1973 - Continous culture - a method for the production of unicellular algal foods, p. 233-256, *in Handbook of phycological Methods. J.R. STEIN ed. Cambridge University. Press. London.*

WALNE, P., 1966 - Experiments in the large scale culture of the larvae of *Ostrea edulis. Fish. investigations. Ser. 2. 25, 1 - 53.*

ooooo

LEGENDES DES FIGURES

Figure 1 - Structure d'une écloserie industrielle, (explication dans le texte).

Figure 2 - Ecloserie commerciale (la serre située à droite) intégrée à un établissement conchylicole : (Blue Point Co, Long Island. U.S.A.).

Figure 3 - Ecloserie préindustrielle de Wachapreague (Virginia - U.S.A.) constituée par une serre.

Figure 4 - Centrifugeuse d'eau de mer et bacs de stagnation de l'eau centrifugée dans la serre de Wachapreague.

Figure 5 - Filtres à sable industriels à nettoyage automatique, pour le traitement de l'eau de mer.

Figure 6 - Cultures d'algues en Erlenmeyers stériles, placées sur agitateur mécanique pour éviter les dépôts.

Figure 7 - Cultures d'algues en bonbonnes, avec bullage.

Figure 8 - Bacs d'algues pour culture en masse, sous éclairage artificiel. (Sea Farm Inc. Poulsbo. U.S.A.).

Figure 9 - Bacs d'algues pour culture en masse, sous éclairage artificiel. (Blue Point Co. Long Island. U.S.A.).

Figure 10 - Eléments pour le conditionnement d'adultes sélectionnés.

Figure 11 - Dans l'écloserie de la Chesapeake Sea Farm, des bacs standardisés servent aussi bien au conditionnement des adultes qu'au prégrossissement des postlarves. Ils sont disposés sur plusieurs étages pour gagner de l'espace.

Figure 12 - Stimulation de la ponte chez *Crassostrea virginica*.

Figure 13 - Bacs de ponte à fond noir. Les géniteurs sont d'abord disposés en vrac dans le bac inférieur, où l'émission des gamètes est déclenchée par variations thermiques. Quand une émission a lieu, le géniteur est isolé dans un cristallisoir situé dans le bac supérieur (Chesapeake Sea Farm).

Figure 14 - Intérieur de l'écloserie de Blue Point Co, montrant au premier étage, les dispositifs de traitement et de stockage de l'eau de mer centrifugée, au rez-de-chaussée : les cultures de larves à gauche, de postlarves à droite. Dans ce dernier cas, les bacs sont couverts pour éviter la prolifération des algues filamenteuses.

Figure 15 - Bacs d'élevage de larves à fond conique. Près de chaque bac, le filtre en usage (Blue Point Co).

Figure 16 - Bacs d'élevage de larves à fond plat et de grand volume (Lummi Indian project).

Figure 17 - Système de filtration des larves. Les traces sombres que l'on reconnait au fond des filtres correspond à l'accumulation des larves dans un faible volume d'eau.

Figure 18 - Bacs expérimentaux de postlarves fixées sur feuilles de plastique disposées verticalement. Cette méthode mise au point par J. DUPUY au Virginia Institute of Marine Science, est employée à grande échelle à la Chesapeake Sea Farm.

Figure 19 - Naissain de *Crassostrea virginica* fixé sur feuille de plastique. Le décollage a lieu quand le naissain mesure 10-12 cm.

Figure 20 - La technique de fixation du naissain est particulière à la Compagnie Flowers (Long Island, U.S.A.), car les microcollecteurs de coquilles broyées atteignent ici, non pas 300 µ,mais environ 3 mm. Sur la figure, on reconnait ces morceaux de coquilles disposés sur des tamis, qui ont été placés au fond d'un bac avant d'être recouverts d'eau.

Figure 21 - Naissain libre au fond d'un tamis flottant dans lequel est assuré une faible circulation d'eau (Sea Farm Inc. Poulsbo U.S.A.).

Figure 22 - Préparation des vieilles coquilles qui serviront de collecteurs (Blue Point Co).

Figure 23 - Collecteurs-coquilles disposés dans des bacs de fixation (Lummi Indian Project).

Figure 24 - Collecteurs-coquilles porteurs de jeune naissain : on les dispose sur des radeaux flottants installés dans un étang à marée. La croissance du naissain jusqu'à la taille commerciale s'y fera en quelques semaines (Lummi Indian Project).

Figure 25 - Tables humides pour le prégrossissement des postlarves. Les tables du fond sont pourvues de rainures longitudinales, ce qui augmente la surface de fixation utilisable par les postlarves de Pectinidés (Ecloserie expérimentale de Wachapreague).

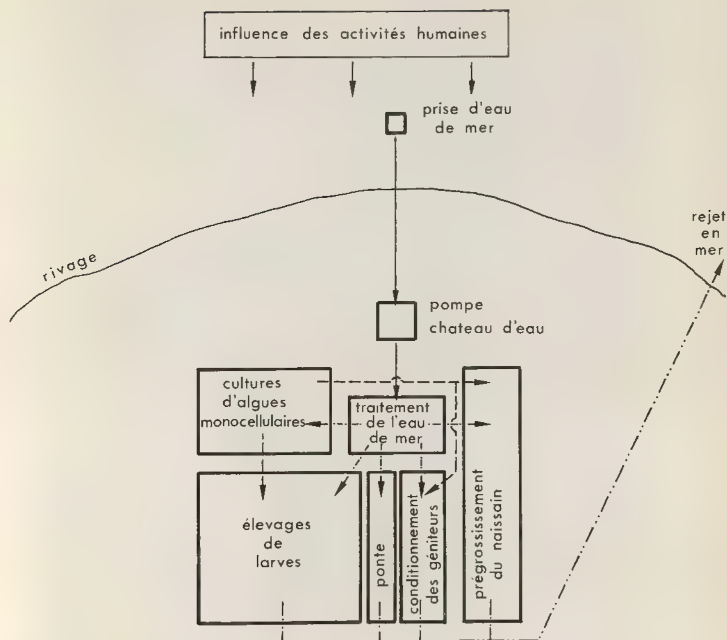


Figure 1

Figure I

LEGENDE DES FIGURES

Figure 1 - Huître décongelée.

Figure 2 - Huître décongelée mor trant l'adhérence du manteau à la coquille.

Figure 3 - a) Huître fraîche vivante - présence de l'épithélium cilié.

b) Huître décongelée - épithélium cilié inexistant.

Figure 4 - Huître décongelée - consistance du liquide intervalvaire (filant).

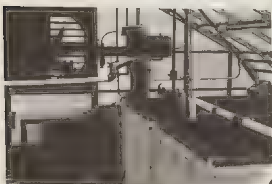
ERRATUM DU VOLUME 5

Les légendes au recto de la page 32 correspondent aux illustrations des pages 104, 105 et 106 .

Le volume 4 de "Haliotis" renfermant les communications au Congrés et aux Colloques (1974) paraîtra après le présent volume.
de Lyon


2


3


4


5

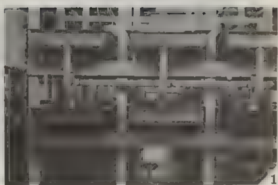

6


7


8

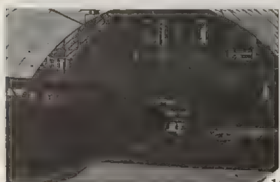

9


10

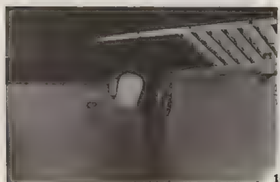

11

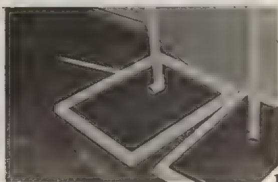

12


13

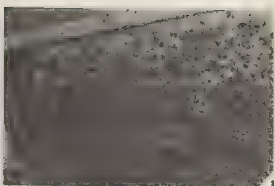

14


15

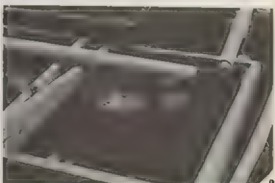

16


17


18


19


20


21


22


23


24


25

INFLUENCE DE *Prymnesium parvum* SUR L'ALIMENTATION DES LARVES DE MOULES

par Sylvie LE ROUX (1)

RESUME

Prymnesium parvum est toxique vis-à-vis des poissons et des mollusques. Donnée comme nourriture à des larves de moules, cette algue unicellulaire provoque une meilleure croissance que *Monochrysis lutheri*, dont la valeur nutritive est universellement reconnue. L'effet toxique de *Prymnesium* ne semble s'exercer sur les larves de moules qu'à de fortes concentrations (plus de 5 000 cellules par ml).

SUMMARY

FOOD VALUE OF *Prymnesium parvum* UPON LARVAE OF *Mytilus edulis (L.)*.

Prymnesium parvum is toxic for fishes and shellfishes. Mussel's larvae fed with this strain show a better growth than with *Monochrysis lutheri*. We did not see any toxic effect upon larvae under the concentration of 5 000 cells/ml.

(1) Laboratoire de Zoologie - Facultés des Sciences de BREST.

INTRODUCTION.

Les algues unicellulaires sont largement employées pour l'alimentation de larves de Bivalves marins. Cependant, la liste des espèces utilisées est encore restreinte, malgré de récents progrès, notamment, l'isolement de nouvelles souches que J.L. DUPUY a testées sur *Crassostrea virginica* C'est pourquoi nous avons entrepris l'étude de la valeur nutritive d'espèces d'algues peu ou pas utilisées jusqu'alors.

Dans le présent travail, nous avons comparé la croissance de populations larvaires de *Mytilus edulis (L).* nourries avec une culture de *Prymnesium parvum* avec celle de larves nourries avec une culture de *Monochrysis lutheri,* algue reconnue comme très favorable au développement des larves de Bivalves.

MATERIEL ET METHODES.

La méthode de culture des algues et la manière d'obtenir et d'élever des larves de moules ont été décrites dans une note aux comptes rendus de l'Académie des Sciences. Les élevages de 20 000 larves environ, sont effectués dans des béchers contenant 1 litre d'eau de mer filtrée. L'eau est changée chaque jour pendant la première semaine de la vie larvaire, puis tous les deux jours. Des échantillons de larves sont prélevés 3 fois par semaine et photographiés. Les larves sont mesurées sur les agrandissements de ces microphotographies et la longueur moyenne est calculée à partir de 30 mesures.

L'expérience a duré 24 jours.

L'algue testée, *Prymnesium parvum,* chrysophyte de la famille des haptophycées, a une longueur modale de 5 microns (1). L'algue témoin, *Monochrysis lutheri,* chrysophycée, a une longueur modale de 4 microns (2). Ces deux espèces ont été utilisées lors de notre expérience en phase de croissance exponentielle . Nous avons testé les concentrations 2,5 10^6 et 5 10^6 cellules algales par élevage d'un litre, soit 125 et 250 cellules par larve, et par jour. Nous avons également testé 2 concentrations équivalentes en volume algual d'un mélange *Monochrysis lutheri* et *Prymnesium parvum.* Chaque essai a été réalisé en double exemplaire et une étude statis-

tique des résultats a montré qu'au seuil de 5 % il n'y avait pas de différence significative entre 2 élevages nourris de la même façon.

RESULTATS.

Ainsi que nous le montre la figure, la croissance des élevages nourris avec *Prymnesium parvum* seule est supérieure à celle des témoins nourris avec *Monochrysis lutheri* jusqu'au 20ème jour. Au-delà, les élevages nourris avec 5 10^6 cellules par litre ont une croissance comparable à celle des témoins et légèrement plus faible que celle des élevages nourris avec deux fois moins d'algues.

Des élevages mixtes, présentent une croissance identique à celle des deux séries d'élevages nourris avec l'algue testée seule pendant les vingt premiers jours, et supérieure au-delà. On n'observe pas de différence significative lorsque la concentration du mélange fourni est doublée.

DISCUSSION.

Prymnesium parvum semble avoir une bonne valeur nutritive pour les larves de *Mytilus edulis*. Cependant, lorsque les concentrations monospécifiques fournies étaient fortes, les résultats étaient inférieurs à ceux obtenus dans les élevages où la concentration algale était deux fois plus faible.

Ceci peut être dû à deux causes :

- un effet de saturation des larves qui, au-delà d'un optimum de concentration algale présente une baisse du taux de croissance selon E.W. RHODES et W.S. LANDERS. On observe d'ailleurs un effet identique dans les élevages témoins.

- un effet toxique aux fortes concentrations. Cet effet a été observé chez des poissons par STEEMAN-NIELSEN (1939), ainsi que chez des larves d'huîtres par DAVIS H.C. & R.R. GUILLARD (1958), et une toxine a été isolée de l'algue par D.Z. PASTER (1969).

Nous n'avons cependant observé aucune mortalité anormale, quelle que soit la concentration algale. Il serait nécessaire

d'augmenter les concentrations fournies afin d'observer un éventuel effet létal de *Prymnesium parvum.*

CONCLUSION.

Cette expérience à petite échelle nous a permis de mettre en évidence la valeur alimentaire de *Prymnesium parvum* à de faibles concentrations pour des larves de moules allant de 100 microns lors de leur naissance à 175 microns au vingtième jour. Elle nous a également permis de confirmer l'intérêt d'un mélange algal pour l'alimentation des larves de Bivalves.

(1) *Prymnesium parvum* nous a été fournie par le CERBOM - Pr. AUBERT.

(2) *Monochrysis lutheri* nous a été fournie par le laboratoire de Plymouth - Dr. GREEN.

ooooo

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

DAVIS, H.C. & GUILLARD, R., 1958 - Relative value of ten genera of microorganism as food for oyster and clam larvae. *Fish. Bill. of the fish and vidlife service, 1 36, 293-303.*

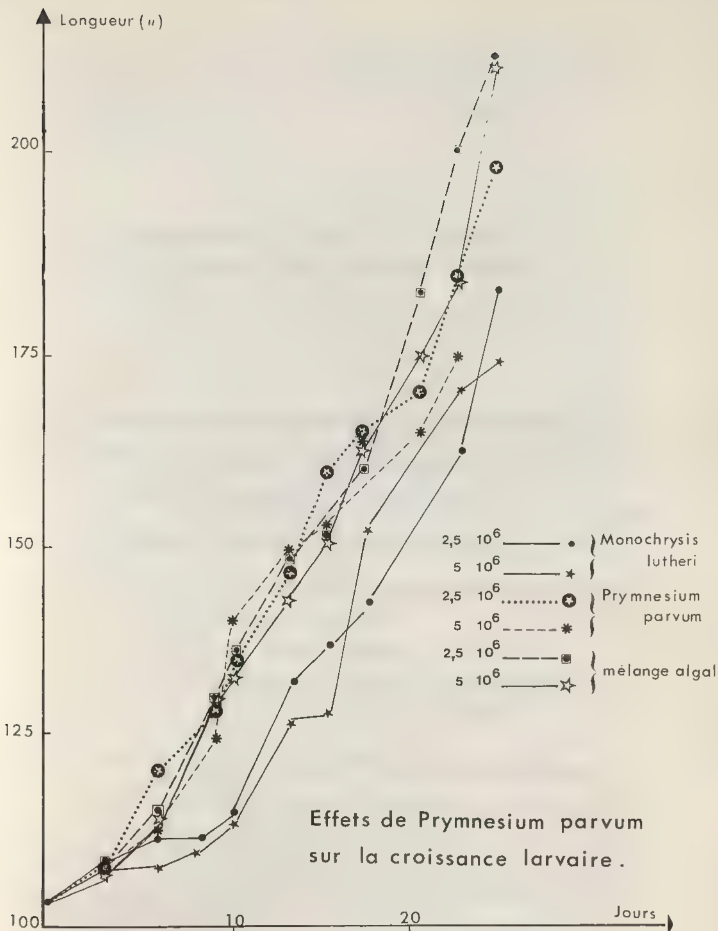
DUPUY, J.L., 1975 - Some physical and nutritional factors which affect the growth and setting of larvae of the oyster, *Crassostrea virginica,* in the laboratory. *University of south carolina press. p. 319-331.*

LE ROUX, S. & al., 1973 - Influence de la Diatomée *Amphora perpusilla* (Grunow) sur le développement des larves de Moules en élevage expérimental. *C.R. Acad. Sc. t. 277, 2781-2784.*

PASTER, D.Z., 1968 - Prymnesin, the toxin of *Prymnesium parvum* Carter. *Rev. Intern. Oceanogr. Med., 10, 249-267.*

RHODES, E.W. & LANDER, W.S., 1972 - Growth of oyster, larvae, *Crassostrea virginica* of various sizes in different concentration of the chrysophyte *Isochrysis galbana. Proc. Nat. Shellfisheries Ass., 63, 53-59.*

STEEMAN-NIELSEN, cité par PASTER, sans référence.



Longueur (μ)
200
175
150
125
100
10
20
Jours
2,5 10⁶
5 10⁶
2,5 10⁶
5 10⁶
2,5 10⁶
5 10⁶
Monochrysis lutheri
Prymnesium parvum
mélange algal
Effets de Prymnesium parvum
sur la croissance larvaire.

MORTALITE D'ORIGINE BACTERIENNE DANS LES ELEVAGES DE BIVALVES ACTION D'ANTIBIOTIQUES ET D'AGENTS COMPLEXANTS

par Yvan MARTIN, Pierre ESCOUBET et Nardo VICENTE (1)

RESUME

Des élevages de moules *(Mytilus galloprovincialis Lmk)* ont été utilisés pour comparer l'action du kaolin,d'E.D.T.A., et de divers antibiotiques sur les taux de mortalité et sur la croissance de ces larves. Il y a peu de différence dans les pourcentages de mortalité des différents lots. La taille moyenne la plus élevée a été obtenue dans le lot Chloramphénicol$_{10}$ - Streptomycine$_{100}$. Streptomycine$_{100}$, Kaolin$_{50}$ et E.D.T.A.$_{50}$ présentent des moyennes analogue au lot témoin. La taille moyenne des larves est inversement proportionnelle à la concentration de kaolin.

SUMMARY

THE MORTALITY RATE FOR BIBALVE DUE TO BACTERIAL ACTION

ANTIBIOTIC AND COMPLEX AGENT ACTIONS

Young mussel raising *(Mytilus galloprovincialis Lmk)* was used to compare the action of E.D.T.A., Kaolin and various antibiotics on their mortality and growth rates. These is very little difference between the mortality rate of the various bateles. The highest

(1) Observatoire de la Mer, Ile des Embiez, VAR (France) et Laboratoire de Biologie Marine, Faculté des Sciences et Techniques de Saint-Jérôme. 13013 - MARSEILLE

average size were obtained with Chloramphénicol$_{10}$ - Streptomycine$_{100}$. Streptomycine$_{100}$, kaolin$_{50}$ and E.D.T.A.$_{50}$ gave values similar to untreated mussels. The mean size was inversaly proportional to the kaolin concentration.

oooo

L'élevage des larves de bivalves a beaucoup progressé depuis les premiers travaux de LOOSANOFF aux Etats-Unis, si bien que des écloseries à vocation industrielle et commerciale ont vu le jour dans différents pays. Toutefois, de nombreuses difficultés subsistent et empêchent ces entreprises d'être rentables. C'est ainsi que l'on observe fréquemment des mortalités massives dans les élevages larvaires. L'origine bactérienne de celles-ci a été démontrée dans de nombreux cas (WALNE - 1958, GUILLARD - 1959, LOOSANOFF et DAVIS - 1963, TUBIASH et al - 1965, LE PENNEC et PRIEUR - 1972, BROWN - 1973, PRIEUR - 1974). Les germes sont apportés par l'eau, les produits génitaux, les algues nutritives et les manipulations. L'utilisation d'eau filtrée et exposée aux U.V. ou "stérilisée" par filtration a permis une amélioration des rendements mais, bien souvent, l'infection se déclare. Jusqu'à présent, seule l'utilisation d'antibiotiques appropriés, en continu, a assuré de bons résultats.

Cependant, il est inconcevable d'élever des larves dans ces conditions, en écloserie, à cause :

a/ du prix de revient élevé des antibiotiques.

b/ de la difficulté de réadaptation des larves à des conditions non aseptiques après retour en milieu naturel.

c/ de la concentration éventuelle des antibiotiques dans les tissus.

d/ et enfin, à cause de la sélection de souches résistantes.

On est donc conduit à envisager d'autres techniques pour limiter le développement des bactéries. La meilleure solution réside sans doute dans l'étude des phénomènes qui président à l'apparition des souches pathogènes, ou à la prolifération excessive d'une microflore banale. Mais, cette étude est délicate et longue. Aussi, la recherche de substances non antibiotiques mais capable d'entraver le

développement des bactéries dans les élevages n'est pas dénuée d'intérêt. Des auteurs ont mis en évidence l'action du kaolin sur la croissance et la mortalité des larves d'huîtres et de clams (DAVIS et HIDU 1969), action analogue à celle du sulmet (sulfamide). Le kaolin, chimiquement inerte, absorberait les toxines bactériennes et aux basses concentrations, l'effet est proportionnel à la dose utilisée. Dans le même ordre d'idée, on pouvait penser que des complexants comme l'E.D. T.A., pourraient également avoir un effet intéressant. AUBERT et al. (1972) situent le seuil de toxicité de cette substance entre 250 et 500 mg/l pour le phytoplancton et les larves d'*Artemia salina*.

Nous avons réalisé des élevages de larves de moules (*Mytilus galloprovincialis Lmk*) pour tester l'action de ces produits sur la mortalité et la croissance des larves, par comparaison à celle d'antibiotiques déjà testés dans nos élevages.

I - MATERIEL ET METHODES.

Les procédés d'élevage sont analogues à ceux que nous avons déjà utilisés (LUCAIN et MARTIN 1974).

L'émission des gamètes a été produite par choc thermique. Les véligères récoltées 48 heures après la fécondation sont réparties en divers lots, à la concentration de 20 000/litre, dans des bechers, selon :

T	:	témoin sans produits ajoutés.
C 10	:	chloramphénicol 10 mg/l.
S 100	:	streptomycine (sulfate) 100 mg/l.
C 10 S 100	:	chlor. 10 mg/l + strepto. : 100 mg/l.
E 50	:	E.D.T.A. 50 mg/l.
E 100	:	3 100 mg/l.
K 50	:	kaolin colloïdal 50 mg/l.
K 100	:	" " 100 mg/l.
K 150	:	" " 150 mg/l.
K 200	:	" " 200 mg/l.

Le p^H est rétabli si celà est nécessaire (E.D.T.A. par exemple). L'eau, filtrée à 0,2 microns, est changée tous les jours pendant la première semaine et tous les deux jours au-delà. De la nourriture, en quantité constante, est apportée (*Monochrysis lutheri*). La température était de 20° C environ.

L'étude de l'évolution de la mortalité est faite par examen microscopique périodique d'un échantillon de 50 larves au moins. La croissance a été suivie par mesure au micromètre oculaire de 30 larves dans chaque lot, une à deux fois par semaine.

2 - RESULTATS.

- Mortalité : (voir tableau n° 1 et graphe n° 1).

L'étude des pourcentages dans les divers lots ne montre pas beaucoup de différence entre ceux-ci, sauf dans le cas de E 100 (70 à 80 % au 24ème jour). Les lots soumis aux antibiotiques comme aux plus faibles concentrations de kaolin, présentent un taux de mortalité légèrement inférieur à celui du témoin.

- Croissance : (voir tableau n° 2 et graphe n° 2).

La taille moyenne la plus élevée a été obtenue dans le lot soumis au mélange C 10 S 100. On trouve ensuite S 100, K 50, E 50, qui présentent des moyennes très proches, analogues à celle du témoin. En ce qui concerne le kaolin, on constate que la taille moyenne des larves est inversement proportionnelle à la concentration. Le chloramphénicol C 10 ralentit la croissance des larves. La faible croissance trouvée pour E 100 atteste la toxicité de cette concentration d'E.D.T.A.

3 - DISCUSSION.

Il est difficile de porter un jugement définitif sur la valeur thérapeutique d'un traitement, en se basant sur un seul test. Les résultats varient souvent d'une expérience à une autre, comme le montrent clairement les données bibliographiques et les expériences que nous avons déjà réalisées sur les coques et les moules (MARTIN et VICENTE 1975 a et b).

° La figure n° 1 ci-dessous présente les résultats de cette expérience (exp. n° 2) comparés à ceux d'une autre réalisée en 1973, (exp. n° 1). Dans cette dernière, la température était plus élevée (24-25°) et l'eau filtrée à 8 microns seulement.

Dans l'expérience n° 2, l'apparition de germes pathogènes est extrêmement timide comme l'atteste l'examen de la mortalité, alors que l'infection a été vigoureuse dans la première expérience.

(100 % de mortalité dans le lot témoin dès le 3ème semaine). Ceci est sans doute dû à la filtration stérilisante préalable de l'eau qui limite les apports de germes et à la température peu élevée de l'eau (exp. n° 2).

° L'action des antibiotiques est également sujette à des variations.

Le tableau ci-dessous présente les résultats obtenus avec divers antibiotiques seuls ou associés, sur des larves de coques *(Cardium glaucum Brug.)* et de moules *(Mytilus galloprovincialis Lmk)*.

POURCENTAGES DE MORTALITE

Antibiotiques testés	Cardium glaucum			Mytilus gallop.	
	exp.1	exp.2	exp.3	exp. 1	exp. 2
Les témoins	100	100		100	20-40
Rovamycine R_{10} mg/l.			80-100	80-100	
Strepto. S_{100} mg/l.	80-100	40-60		80-100	0-10
$R_{10} + S_{50}$			20-40	80-100	
Chloramphénicol 10mg/l		80-100	40-60	40-60	0-10
$C_{10} + S_{50}$			20-40	0-20	0-10
$C_{10} + S_{100}$				20-40	0-10

On constate des différences d'une expérience à une autre et d'une espèce à l'autre. Jusqu'à présent, le mélange chloramphénicol-streptomycine a constamment donné de bons résultats dans nos élevages. Les antibiogrammes réalisés sur l'ensemble des souches de l'eau d'élevage attestent l'efficacité du chloramphénicol, bien que l'on puisse parfois constater l'apparition de quelques mutants résistants dans la zone d'inhibition.

Il est donc important d'effectuer des changements d'eau qui empêchent la prolifération de ces souches.

Les variations constatées tiennent d'une part à l'état physiologique des larves mais, surtout, à la composition de la

flore bactérienne associée. Celle-ci sera très différente qualitativement et quantitativement d'une expérience à une autre, en fonction des conditions expérimentales. C'est ainsi qu'il peut se développer des souches non pathogènes voire bénéfiques pour les larves.

Les antibiotiques peuvent également présenter des dangers pour les larves (action sur le métabolisme et la croissance, danger de bactéricidie avec lyse bactérienne et libération de toxines...). Tout ceci a déjà été discuté par ailleurs (LUCAS et PRIEUR 1973, MARTIN et VICENTE 1975 b.) et il est nécessaire de multiplier les essais avant de se prononcer.

On constate cependant que la présente de kaolin ralentit considérablement l'infestation bactérienne. Son action est analogue à celle de S 100.

Sur le plan de la croissance, le fait que la taille obtenue soit inversement proportionnelle à la dose testée, est sans doute dû à un encombrement des mécanismes ciliaires et digestifs, qui croît avec la concentration. L'amélioration des résultats sur le plan de la mortalité provient probablement de l'absorption des métabolites toxiques et même des corps bactériens sur les particules de kaolin. Celles-ci forment au bout de quelques heures un dédiment très fin au fond du bécher. Toutefois, si les germes sont très virulents, comme dans le cas de l'exp. n° 1, réalisée sur les moules, le kaolin, à la dose testée, ne peut s'opposer longtemps à l'infection.

L'E.D.T.A. à la concentration de 50 mg/l présente des résultats intéressants. La croissance a été correcte et même supérieure à celle des autres lots en fin d'expérience. La métamorphose a d'ailleurs été achevée plus tôt (31ème jour !). Son mode d'action est difficile à cerner : formation de complexes avec des métabolites toxiques, ralentissement de la croissance des bactéries (complexation des cations divalents de la membrane bactérienne), action sur le métabolisme des larves... La dose 100 mg/l est, par contre, toxique.

CONCLUSION :

Ces expériences sur des agents "inertes" méritent d'être reprises avec une gamme de concentration plus étendue ; les mécanismes qui les régissent doivent être étudiés pour comprendre les phénomènes qui en découlent. L'E.D.T.A. en particulier pourrait avoir

des applications en écloseries pour complexer des métaux toxiques. AUBERT et al (1972) ont montré l'influence dépressive que cette substance avait sur la concentration du cuivre, du plomb et du zinc, à travers la chaîne alimentaire.

Les antibiotiques et, en particulier, le chloramphénicol restent pour le moment la meilleure garantie de succès et leur emploi, tout au moins à titre curatif, peut être envisagé. Il apparaît de toute façon que la propreté des élevages (filtration fine de l'eau, soins fréquents) est un important facteur de réussite.

°°°°°

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AUBERT, M. et al., 1972 - Utilisation d'une chaine trophodynamique de type pélagique pour l'étude des transferts des pollutions métalliques. *Rev. Intern. Océanogra. Méd. 28, 27-52.*

BROWN, C., 1973 - The effects of some selected bacteria on embryos and larvae of the american oyster, *Crassostrea virginica. J. Invert. Pathol., 215-223.*

DAVIS, H.C. & HIDU, H., 1969 - Effects of turbidity-producing substances in sea waters on eggs and larvaes of three genera of bivalves molluscs. *Veliger. U.S.A., II. (4) 316-323.*

GUILLARD, R.R., 1959 - Further evidence of the destruction of bivalve larvae by bacteria. *Biol. Bull., Woods Hole, 117, 258-266.*

LE PENNEC, M. & PRIEUR, D., 1972 - Developpement larvaire de *Mytilus edulis L.* en présence d'antibiotiques. lère partie : Détermination des concentrations actives non toxiques de quatre antibiotiques : Auréomycine, Erythromycine, Chloramphénicol et Sulfamérazine : *Rev. Intern. Océanogr. Med., 28, 167-180.*

LE PENNEC, M., PRIEUR, D., CHARDI, P., 1973 - Développement larvaire de *Mytilus edulis L.* en présence d'antibiotiques. 2ème partie : Action sur la croissance de quatre antibiotiques : Auréomycine, Erythromycine, Chloramphénicol et Sulfamérazine. *Rev. Intern. Océanogr. Med., 30, 115-137.*

LOOSANOFF, V.L., DAVIS, H.C., 1963 - Rearing of bivalve molluscs. *Advances in marine biology, I, Acad. Press. London and New-York. 2 - 130.*

LUCAIN, C., MARTIN, Y., 1974 - Culture expérimentale de mollusques bivalves. Essais sur *Cardium glaucum* Bruguière 1789. *Thèse de spécialité,* Faculté des Sciences St-Jérôme, Marseille.

LUCAS, A., PRIEUR, D., 1973 - Le contrôle bactérien des élevages de larves de bivalves, *"Colloque sur l'aquaculture",* Brest, Octobre 1973, actes de colloques, n° 1, 1974, CNEXO éd.

MARTIN, Y., VICENTE, N., 1975_a - Elevage de larves de *Cardium glaucum* (Mollusque bivalve). II. Action des antibiotiques. *Rev. Intern. Océanogr. Méd., 29.* (sous presse).

MARTIN, Y., VICENTE, N., 1975_b - Action des antibiotiques sur les cultures de larves de Mollusques bivalves. Essais sur *Mytilus galloprovincialis* Lmk *Rev. Intern. Océanogr. Méd., 30.* (sous presse).

PRIEUR, D., 1974 - Les bactéries associées aux élevages de larves de bivalves marins. Thèse de spécialité : Océanographie biologique, Université de Bretagne Occidentale.

TUBIASH, H.S., CHANLEY, P.E., LEIFSON, E., 1965 - Baccilary necrosis a disease of larval and juvenile bivalve molluscs. *J. Bact., 90 (4) 1036-1044.*

WALNE, P.R., 1958 - The importance of bacteria in the laboratory experiments on rearing the larvaes of *Ostrea edulis L. J. Mar. Biol. Ass. U.K., 37, 415-425.*

TABLEAU N° I

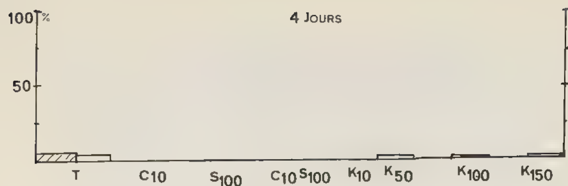
TAUX DE MORTALITE DANS LES DIVERS LOTS

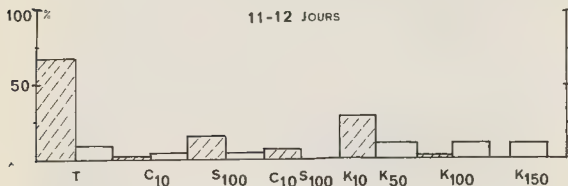
JOURS \ LOTS	T	C_{10} S_{100}	C_{10}	S_{100}	E_{50}	E_{100}	K_{50}	K_{100}	K_{150}	K_{200}
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	12	2	0	4	5	6	3	6	8	5
12	8 (3-16)	0 (0-7)	2 (0-10)	2 (0-11)	7 (2-17)	9 (5-19)	11 (4-21)	19 (9-32)	10 (4-20)	7 (5-16)
16	4 (0-12)	2 (0-10)	2 (0-9)	12 (6-21)	24 (17-33)	9 (3-20)	4 (0-13)	11 (5-20)	4 (0-13)	8 (2-17)
20	8 (3-18)	5 (1-15)	6 (2-14)	7 (2-16)	21 (12-32)	39 (28-51)	11 (4-24)	12 (6-21)	0 (0-7)	4 (0-13)
24	16 (9-29)	2 (0-10)	7 (2-18)	4 (0-13)	6 (1-16)	74 (62-83)	8 (3-19)	8 (2-17)	5 (1-15)	7 (2-18)
31	34 (26-32)	8 (3-17)	6 (2-12)	4 (0-13)	13 (6-23)		4 (0-13)	4 (0-13)	7 (2-18)	15 (8-24)
35	26 (18-38)	4 (0-13)	0 (0-7)	4 (0-13)	27 (18-37)		2 (0-10)	7 (2-18)	4 (0-13)	19 (11-30)

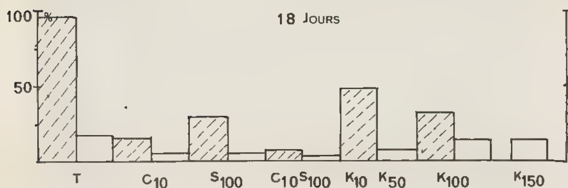
TABLEAU N° 2 — CROISSANCE

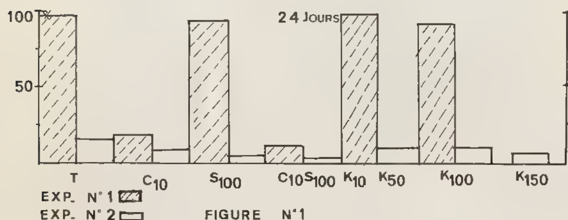
JOURS \ LOTS	T	$C_{10}S_{100}$	C_{10}	S_{100}	E_{50}	E_{100}	K_{50}	K_{100}	K_{150}	K_{200}
2	8,66 ± 0,45	8,66 ± 0,45	8,66 ± 0,45	8,66 ± 0,45	8,66 ± 0,45	8,66 ± 0,45	8,66 ± 0,45	8,66 ± 0,45	8,66 ± 0,45	8,66 ± 0,45
6	9,93 ± 0,57	10,10 ± 0,47	9,83 ± 0,44	10,06 ± 0,24	10,03 ± 0,41	9,13 ± 1,01	10,13 ± 0,31	10,23 ± 0,41	10,03 ± 0,20	10,03 ± 0,20
12	12,60 ± 1,42	13,47 ± 0,76	12,16 ± 0,64	12,60 ± 0,56	12,76 ± 0,84	10,13 ± 1,70	13,20 ± 0,50	12,10 ± 0,50	11,60 ± 0,60	11,53 ± 0,71
16	14,73 ± 0,93	15,40 ± 0,98	13,60 ± 1,01	14,16 ± 1,01	13,66 ± 0,74	12,03 ± 0,70	13,80 ± 1,52	13,53 ± 1,08	12,20 ± 0,96	12,20 ± 0,74
20	15,63 ± 1,07	15,96 ± 1,05	14,40 ± 1,14	15,26 ± 0,96	14,76 ± 1,00	12,56 ± 0,80	15,56 ± 1,69	14,93 ± 1,60	14,23 ± 0,84	13,43 ± 1,05
24	15,93 ± 1,26	17,13 ± 1,64	15,20 ± 1,57	16,53 ± 1,58	16,46 ± 1,60		16,43 ± 1,25	15,36 ± 1,01	14,23 ± 1,21	14,03 ± 1,59
31	17,90 ± 1,36	18,26 ± 1,45	16,00 ± 1,60	17,70 ± 1,36	18,62 ± 1,70		18,96 ± 1,36	17,36 ± 1,20	16,53 ± 1,35	16,23 ± 1,65
35	19,30 ± 1,45	19,73 ± 1,65	17,40 ± 1,01	19,16 ± 1,25	20,47 ± 1,65		19,83 ± 1,75	17,80 ± 1,23	18,06 ± 1,40	16,83 ± 1,85

Les longueurs moyennes sont exprimées en
division micrométrique
I Division=12,28



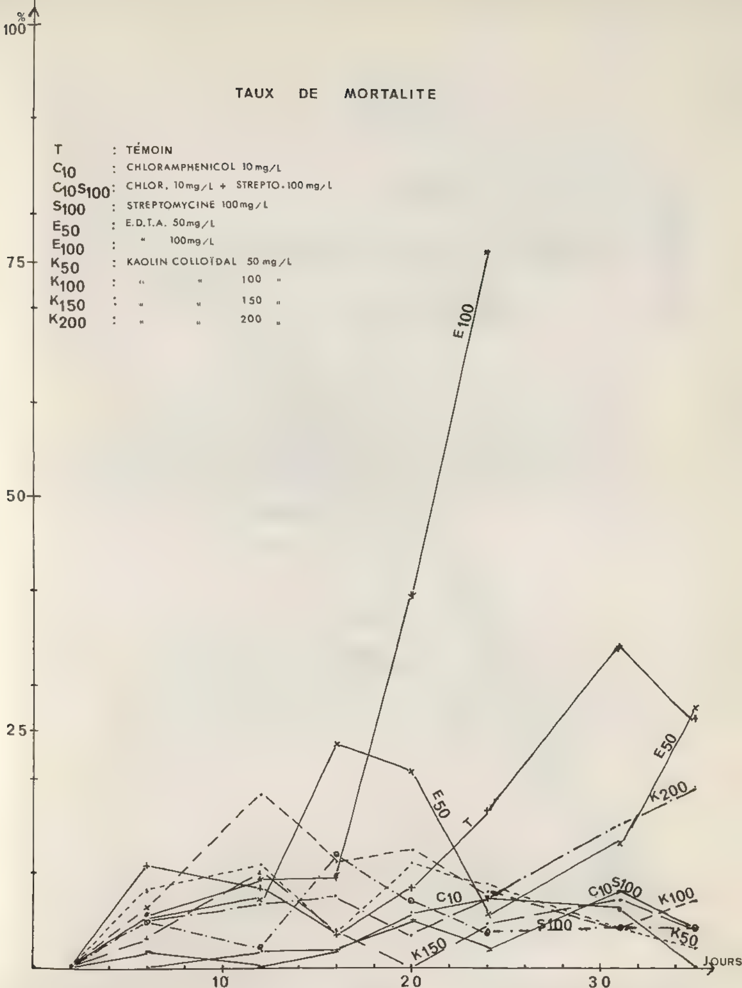






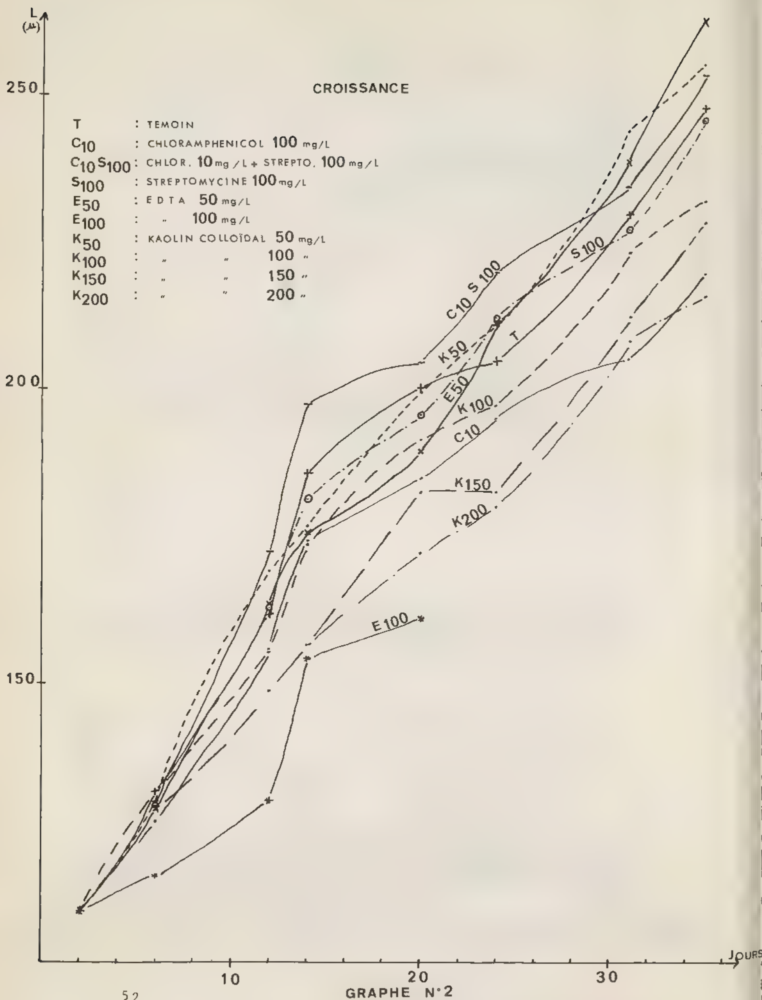
EXP. N° 1
EXP. N° 2

FIGURE N°1



%
100
75
50
25
TAUX DE MORTALITE
T : TÉMOIN
C10 : CHLORAMPHENICOL 10 mg/L
C10S100 : CHLOR. 10 mg/L + STREPTO. 100 mg/L
S100 : STREPTOMYCINE 100 mg/L
E50 : E.D.T.A. 50 mg/L
E100 : " 100 mg/L
K50 : KAOLIN COLLOÏDAL 50 mg/L
K100 : " " 100 "
K150 : " " 150 "
K200 : " " 200 "
E100
E50
T
E50
K200
C10
C10S100
K100
S100
K50
K150
10
20
30
JOURS

GRAPHE N°1


L (μ)
250
200
150
CROISSANCE
T : TEMOIN
C10 : CHLORAMPHENICOL 100 mg/L
C10 S100 : CHLOR. 10 mg/L + STREPTO. 100 mg/L
S100 : STREPTOMYCINE 100 mg/L
E50 : EDTA 50 mg/L
E100 : " 100 mg/L
K50 : KAOLIN COLLOÏDAL 50 mg/L
K100 : " " 100 "
K150 : " " 150 "
K200 : " " 200 "
C10 S 100
S 100
K50
T
E50
K100
C10
K150
K200
E100
10
20
30
JOURS

GRAPHE N°2

ELEVAGES EXPERIMENTAUX DE LARVES DE MOLLUSQUES MARINS

par Marcel LE PENNEC (1)

RESUME

Les élevages expérimentaux de Lamellibranches marins, et particulièrement de moules, constituent un matériel intéressant pour les études d'écophysiologie (contrôle bactériologique, nutrition, toxicité des polluants) et pour les recherches de morphogenèse (coquille, charnière, gonade etc.).

SUMMARY

EXPERIMENTAL REARINGS OF MARINE MOLLUSKS

The experimental rearings of marine bivalves and particularly the mussels, allow researchs in ecophysiology (bacterial control, feeding - toxicity of pollutants) and in morphogenesis (shell, hinge, gonad).

oooo

INTRODUCTION.

Les élevages de Mollusques marins sont à la base des activités de notre laboratoire et permettent une diversification des recherches, les unes d'écophysiologie (contrôle bactérien, alimentation des larves, action des polluants), les autres de morphogénèse (coquille, gonade).

(1) Laboratoire de Zoologie - Université de Bretagne Occidentale - BREST

Les méthodes d'élevage utilisées ont peu à peu évolué et se trouvent actuellement assez différentes de celles de LOOSANOFF et DAVIS (1963) qui nous servirent de modèle dès 1967.

I - DESCRIPTION SOMMAIRE DES TECHNIQUES.

- L'eau.

Le laboratoire ne possède pas d'eau de mer courante. Celle-ci, prélevée sur le littoral, est stockée dans une cuve de 3 mètres cube. Après filtration sur membrane à 0, 22 µ de porosité, cette eau est utilisée pour la stimulation des géniteurs et l'élevage des larves. Par contre, pour le nettoyage des divers récipients d'élevage ou de stockage de l'eau et celui des géniteurs, nous utilisons l'eau de mer ozonée.

- Les algues.

La variété de la nourriture est une exigence dans les élevages de larves de Mollusques. Aussi est-il nécessaire d'avoir en permanence un certain nombre d'espèces d'algues unicellulaires en culture. Elles sont indiquées dans le tableau suivant.

GROUPE	FAMILLE	ESPECE	Taille modale en microns	Tailles limites en microns
Chrysophytes	Chrysophycées	*Monochrysis lutheri*	4	2-9
	Haptophycées	*Isochrysis galbana*	3,2	2-7
	Diatomées centriques	*Skeletonema costatum*	Chaînes jusqu'à 50 µ	3-9
	Diatomées pennées	*Phaeodactylum tricornutum*	5	3-7
Chlorophytes	Euchlorophycées	*Tetraselmis suecica*	6,5	4-11
		Dunaliella primolecta	4,5	3-9

- Les géniteurs.

Les adultes sont récoltés lors des basses mers de grandes marées ou par dragages en mer. Des prélèvements périodiques d'animaux

nous ont permis d'établir un calendrier de maturité des principaux Mollusques Bivalves des côtes ouest de la Bretagne.

Les animaux matures sont stockés quelques heures, dans des bacs,en salle thermostatée à 10° C, afin de leur faire éliminer un certain nombre de détritus (sables, pelotes fécales, mucus, etc...). Ensuite, on procède à un brossage énergique des coquilles en eau de mer ozonée.

Il existe divers moyens pour provoquer l'émission des gamètes. Mais, quelle que soit la méthode adoptée, il faut éviter les stimulations trop brutales qui provoquent chez les animaux un état de stress incompatible avec une émission normale des produits génitaux.

La méthode la plus satisfaisante consiste en stimulations thermiques répétées sous forme d'une alternance d'eau chaude et d'eau froide autour des cristallisoirs contenant des géniteurs. Le problème, si on utilise cette méthode, est de connaître l'amplitude des variations thermiques nécessaire car celle-ci varie selon les espèces. Généralement, la température minimale est de 8-10° C, la température maximale est de 23-25 ° C pour la plupart des Veneridae, 20° C pour les Pectinidae, 25° C pour les Mytilidae, 28 à 30° C pour les Ostreidae.

Une autre méthode qui donne aussi de bons résultats est l'émersion des adultes pendant une ou deux heures.

L'adjonction de sperme dans les cristallisoirs peut favoriser l'émission des gamètes.

Une fois la fécondation réalisée, on filtre et on transfère les oeufs dans des cristallisoirs de 10 litres ou des récipients plastiques de 20 litres. En aucun cas, il n'y a apport de nourriture ou oxygénation de l'eau.

- Le dénombrement des larves.

La prodissoconque se forme 24 ou 48 heures après la fécondation, selon les espèces. On procède alors au dénombrement des larves. La première opération consiste à transférer les larves dans une éprouvette d'un litre et à homogénéiser le milieu. Pour cela, on se sert d'un agitateur terminé par un cylindre percé de trous, le diamètre du

cylindre étant légèrement inférieur à celui de l'éprouvette. De cette façon, les larves ne sont pas blessées par les mouvements lents de l'agitateur et leur répartition est sensiblement homogène dans toute la colonne de l'éprouvette.

Le prélèvement d'un échantillon de 0,1 ml se fait à la pipette EPPENDORF. On prend, toujours de la même façon, plusieurs échantillons que l'on dépose sur des lames de verre à trous. A l'aide d'un projecteur photographique, on obtient l'image des larves sur une feuille de papier et on procède à la numération.

Généralement, on met 10 à 15 000 larves par litre d'eau de mer dans les récipients d'élevages.

II - BUT DES ELEVAGES.

1.- Etudes portant sur différentes espèces

- Morphogenèse de la coquille et de la charnière.

La connaissance des larves de Bivalves est utile pour leur détermination dans le plancton. C'est pourquoi nous suivons en détail la morphogénèse de la coquille et notons un certain nombre de caractères dont : le contour général et son évolution, la forme de l'umbo et sa présence sur 1 ou 2 valves, l'existence, la précocité et l'importance de l'échancrure byssale. L'étude des stries de croissance montre que celles-ci sont différentes en fonction de l'âge mais aussi des espèces.

Le meilleur caractère qui permet la détermination spécifique des larves, tout en étant utile pour la phylogénie, est la morphogénèse de la charnière et du ligament. En effet, les crénelures larvaires de la prodissoconque (nombre, forme, dimension) la formation des lames primitives (ébauches des dents cardinales) la régression des crénelures chez la dissoconque, la génèse du ligament et l'importance du plateau cardinal permettent une excellente détermination des larves de familles voisines comme les Mytilidae, Pectinidae, Ostreidae, mais également des espèces au sein d'une même famille (ex : Veneridae, Mytilidae).

- Utilisation des antibiotiques.

Parmi les causes d'insuccès dans les élevages expérimentaux, les infections bactériennes représentent, sans nul doute, l'une des

plus importantes. Elles apparaissent soudainement et les mortalités qui en résultent sont si rapides que tout traitement curatif est actuellement impossible. Très tôt, nous avons dû rechercher des remèdes contre les bactéries pathogènes et tester un certain nombre d'antibiotiques à différentes doses. Les bactéries isolées de nos élevages (eau de mer, cultures d'algues, géniteurs) se sont révélées peu sensibles à la pénicilline, la streptomycine et la sulfamérazine. De bons résultats ont été obtenus avec l'erythromycine, le chloramphénicol et la néomycine, et dans une certaine mesure avec l'auréomycine.

Une concentration de l'ordre de 8 à 10 mg/l de certains antibiotiques et notamment l'erythromycine et le chloramphénicol favorise la croissance des larves de *Mytilus edulis* (LE PENNEC, PRIEUR & CHARDY, 1973).

2 - Tests biologiques sur *Mytilus edulis*.

La maîtrise de l'élevage de *Mytilus edulis* est un point capital, cette espèce pouvant être couramment utilisée comme test biologique. Les larves provenant d'un seul couple parental sont réparties en béchers, 48 heures après la fécondation. Le test a lieu tout au long de la vie larvaire sur des larves en bonne santé.

Les principaux tests effectués portent sur :

- l'action des polluants (pétroles, hydrocarbures) (LUCAS & LE ROUX, 1975).
- l'action de souches isolées de bactéries pathogènes (PRIEUR, 1974).
- l'influence d'antibiotiques.
- l'influence de divers bactéricides (agissant surtout sur les bactéries Gram $^-$) utilisés dans l'industrie du papier.
- la nourriture.

La liste des espèces d'algues utilisées pour l'alimentation est encore restreinte. Les plus fréquemment utilisées, *Isochrysis galbana* et *Monochrysis lutheri* ne présentent pas toutes les qualités qui leur ont été attribuées jusqu'à présent (LE ROUX, 1975). De plus, ce sont des espèces relativement fragiles, dont la culture en grand volume pose des problèmes. Enfin, une diversification des aliments fournis améliore le développement des élevages. Certaines algues peu communes : *Prymnesium*

parvum, *Skeletonema costatum*, en alimentation monospécifique donnent de bons résultats et *Amphora perpusilla* et *Micromonas sp.* en mélange avec *Monochrysis* et *Isochrysis* permettent une bonne croissance des larves (LE ROUX, 1975).

S'il est possible d'obtenir des larves de *Mytilus* en élevage expérimental tout au long de l'année et de pratiquer des tests biologiques, il faut cependant reconnaître les limites de la méthode. En effet, au cours de l'année, les larves n'ont pas toujours les mêmes possibilités de résistance aux infections (dûe notamment au degré d'élaboration du gamète femelle lors de la fécondation) et il faut donc être prudent dans la conclusion des tests.

CONCLUSIONS.

Le bilan des élevages expérimentaux entrepris par notre laboratoire est largement satisfaisant. La métamorphose de 20 espèces de Bivalves, dont plusieurs importantes au point de vue économique, a pu être mené à bien, par exemple : *Venerupis pullastra*, *Venerupis rhomboïdes*, *Venerupis aurea*, *Venus verrucosa*, *Pecten maximus*, *Mytilus edulis*, *Mytilus galloprovincialis*, *Crassostrea gigas*. En outre, l'utilisation de *Mytilus edulis* pour des tests biologiques nous a permis de mieux connaître les besoins fondamentaux et les exigences des larves de Bivalves en élevages expérimentaux.

ooooo

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

LE PENNEC, M., PRIEUR,D., & CHARDY, P., 1973 - Développement larvaire de *Mytilus edulis* en présence d'antibiotiques. 2ème partie : action sur la croissance de quatre antibiotiques : auréomycine, chloramphénicol, erythromycine et sulfamérazine. *Rev. Intern. Oceanogr. med.*, *30*, *pp. 115-137.*

LE ROUX, S., 1975 - Valeur comparée de diverses algues monocellulaires pour l'alimentation des larves de *Mytilus edulis*. *Thèse de 3 ème cycle, BREST.*

LOOSANOFF, V.L., & DAVIS, H.C., 1963 - Rearing of Bivalve mollusks. In : *Advances in marine biology, F.S. Russel Ed. Academic Press, Inc, London, Vol. 1, pp. 1-136.*

LUCAS, A., & LE ROUX, S., - Mise en évidence de la toxicité de divers pétroles bruts vis-à-vis des larves de moule. *C.R. Acad. Sc. Paris, 280 : 2381 - 2384.*

PRIEUR, D., 1974 - Les bactéries associées aux élevages de larves Bivalves marins. *Thèse 3 ème cycle, BREST.*

T H E M E II

PATHOLOGIE - PARASITISME

HALIOTIS Vol. 5 1975 (1976)

DEVELOPPEMENT ET CYCLE DU PARASITE RESPONSABLE DE L'EPIZOOTIE DE L'HUITRE PLATE *Ostrea edulis* L.

par Henri GRIZEL (1)

RESUME

La description des différents stades d'évolution, en microscopie photonique, du parasite de la glande digestive d'*Ostrea edulis* a permis de dégager un cycle annuel d'évolution parmi les populations d'huîtres atteintes par cette maladie.

SUMMARY

DEVELOPMENT & CYCLE OF THE EPIZOOTIE PARASITE IN THE FLAT OYSTER *(Ostrea edulis* L.*)*

The description of the various stages of evolution in the parasite of the digestive gland of *Ostrea edulis* by means of photonic microscopy has allowed to establish an annual cycle of evolution amongs the populations of oysters affected by this sickness.

(1) Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes - Laboratoire de Pathologie - 34200 - SETE - France

Depuis l'expansion de l'ostréiculture des populations importantes d'huîtres ont été concentrées dans des zones favorables à leur développement.

Ces populations abritent de nombreux parasites à l'état endémique. Ces parasites ne nuisant pas à l'huître, il s'est établi un equilibre entre eux. Parmi ceux-ci, nous connaissons des spores nématopsidiennes (*Nematopsis ostrearum* PRYTHERCH, 1938, *Nematopsis prytherchi* SPRAGUE, 1949), des Coccidies du genre *Pseudoklossia* et d'autres parasites tels *Chytridiopsis ovicola*, LEGER et HOLLANDE, 1917.

Toutefois, cet équilibre peut être rompu au profit du parasite. En effet, des variations défavorables à l'huître, des facteurs physico-chimiques arrivent à provoquer un déséquilibre physiologique du mollusque entraînant une multiplication du parasite, lequel peut alors nuire à son hôte.

Ainsi, MACKIN et coll. (1952) ont pu constater qu'*Hexamita inflata* envahit très rapidement l'huître lorsque certaines conditions sont requises. Il en est de même pour des Annélides du genre *Polydora* dont la présence en quantité importante résultant des conditions précitées affaiblit plus rapidement l'huître qui les héberge.

En outre, l'huître peut être sujette à de graves atteintes liées à la présence de parasites apparaissant brutalement et sévissant pendant quelques années. Ainsi WOOD et ANDREWS attribuèrent les graves mortalités atteignant *Crassostrea virginica* à un organisme nouveau S.S.O., classé par la suite dans les Haplosporidies sous le nom de *Minchinia costalis*, WOOD et ANDREWS, 1962.

Il en est de même pour *Minchinia nelsoni* (HASKIN et coll., 1966) et pour *Labyrinthomyxa marina* (MACKIN et coll., 1950).

Enfin, des populations d'huîtres peuvent brutalement disparaître dans des zones déterminées ou subir régulièrement des mortalités importantes sans qu'aucun agent pathogène n'ait été mis en évidence. Nous citerons le cas de *Crassostrea angulata* sur les côtes françaises et les mortalités de la baie de Malpèque (NEEDLER, 1931). Depuis 1968 sur la côte atlantique française, *Ostrea edulis* est atteint par une maladie que l'on peut classer dans le deuxième type d'atteinte parasitaire.

En effet, la maladie fit une apparition brutale entraînant des mortalités importantes parmi les populations touchées. Chez les huîtres malades, COMPS (1970) mit en évidence un organisme original dont une étude plus approfondie a été faite par GRIZEL et coll.(1975).

Nous allons donner ici le cycle de développement au sein de l'huître.

Les premiers stades observés se situent au niveau de l'épithélium stomacal et de l'épithélium branchial. Toutefois, pour ce dernier, les observations restent limitées à quelques cas. Ce stade est composé d'une cellule appelée cellule primaire dont la taille varie de 10 à 30 µ. Elle contient une cellule dite cellule secondaire (fig. 1 a). Ces cellules dépassent rarement 4 à 5 µ de diamètre. Le noyau de la cellule primaire a généralement une chromatine moins dense que le noyau des cellules secondaires, cette différence se traduisant après coloration par un aspect plus clair sur les coupes histologiques. Cet ensemble de base, dont nous ignorons s'il représente la phase infestante, va évoluer au niveau de l'épithélium stomacal et des canaux des diverticules digestifs. Son évolution se traduit par une multiplication des cellules secondaires (fig. 1 b,c), la cellule primaire en contenant généralement 8. Chacune des cellules secondaires a les caractéristiques de celles décrites précédemment. La cellule primaire n'augmente pratiquement pas de volume et présente toujours un noyau clair.

Ces derniers stades peuvent se trouver alors dans les diverticules digestifs où se fera d'ailleurs leur développement ultérieur. En effet, à leur niveau, les cellules secondaires vont rapidement évoluer donnant naissance à quatre cellules filles appelées cellules tertiaires (fig. 1, d). Ces cellules se trouvent, comme l'a montré la microscopie électronique, entre des reliquats du cytoplasme de la cellule secondaire dont la membrane subsiste.

Par la suite, de grosses inclusions apparaissent dans le cytoplasme de la cellule secondaire (fig. 1, e). Elles sont très réfringentes et permettent alors une reconnaissance aisée du parasite sur frottis frais. Chaque cellule secondaire en renferme 2, 3 ou 4. Ces formations sont accompagnées d'un accroissement de taille de la cellule primaire. La fin du cycle chez l'huître est marquée par un éclatement des cellules primaires libérant ainsi les cellules

secondaires. Elles contiennent quatre cellules tertiaires et des inclusions protéiniques (fig. 1, f).

L'observation de quantités importantes de cellules secondaires dans la lumière de l'intestin et du rectum laisse supposer une libération rapide et conjointe de la plupart des parasites ayant atteint un degré de maturité suffisant. Ces cellules sont, soit émises dans le milieu avec les fèces, soit consommées par divers prédateurs de l'huître. Les différents travaux réalisés sur ce parasite (COMPS, 1970 - HERRBACH, 1971 - BONAMI et coll., 1971 - GRIZEL et coll., 1974 - GRIZEL et coll., 1974) ont conduit les auteurs à créer pour cet organisme original le genre *Marteilia* et l'espèce *Marteilia refringens*. Le cycle de ce parasite dans les zones infestées s'étale sur une année. Les formes jeunes sont hivernale et printanière, les formes évoluées apparaissent lorsque les eaux se réchauffent. Elles sont généralement observables de la fin du printemps jusqu'à l'automne, époque à laquelle les huîtres devenues maigres pourront subir des mortalités.

CONCLUSION.

Lorsque la maladie s'est déclarée dans une population d'huîtres, le cycle de développement de *Marteilia refringens* apparaît comme annuel. Les formes jeunes, cellules primaires contenant une ou plusieurs cellules secondaires, sont localisées au niveau de l'épithélium branchial et stomacal. Elles envahissent ensuite l épithélium des diverticules digestifs où se forment alors les cellules tertiaires et les inclusions réfringentes.

Par la suite, les cellules primaires éclatent, libérant les cellules secondaires qui vont, soit évoluer dans le milieu naturel ou, soit se développer chez un autre hôte. La recherche d'hôtes secondaires a d'ailleurs permis de mettre en évidence chez *Cardium edule* un parasite dont le développement et la structure seraient similaires de celui de *Marteilia refringens* (COMPS et coll., 1975). Il faut noter cependant que les effets pathologiques retenus par GRIZEL et coll. (1975) pour *M. refringens* n'ont pas été mis en évidence chez *Cardium edule*.

Actuellement, dans le cadre de l'étude prophylactique, outre la recherche d'un hôte secondaire, un certain nombre de travaux

ont déjà été effectués et seront poursuivis. Ils portent sur les variations de milieu, les techniques d'élevage et, aussi, sur l'introduction de nouvelles espèces dans les secteurs les plus touchés par l'épizootie.

°°°°°°

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BONAMI, J.R., GRIZEL, H., VAGO, C., et DUTHOIT, J.L., 1971 - Recherche sur une maladie épizootique de l'huître plate, *Ostrea edulis* LINNE. - *Rev. Trav. Inst. Pêches marit., 35 (4),* 415-418, 5 fig.

COMPS, M., 1970 - Observations sur les causes d'une mortalité anormale des huîtres plates (*Ostrea edulis* L.) dans le bassin de Marennes. - *Cons. Int. Explor. Mer, C.M. n° K,* 4 p.

COMPS, M., GRIZEL, H., TIGE, G. et DUTHOIT, J.L., 1975 - Etude de parasites nouveaux de la glande digestive de *Mytilus edulis* L. et de *Cardium edule* L. - *C.R. Acad. Sci., Paris* (sous presse).

GRIZEL, H., COMPS, M., BONAMI, R., COUSSERANS, F. et VAGO, C., 1974 - Etude d'un parasite de la glande digestive observé au cours de l'épizootie actuelle de l'huître plate.- *C.R. Acad. Sci., Paris, (D) 279,* 783-784, 4 fig.

GRIZEL, H., COMPS, M., BONAMI, J.R., COUSSERANS, F., DUTHOIT, J.L. et LE PENNEC, M.A., 1974 - Recherche sur l'agent de la maladie de la glande digestive de *Ostrea edulis* LINNE.- *Science et Pêche, 240,* 7-30, 22 fig.

HASKIN, H., STAUBER, L. et MACKIN, J., 1966 - *Minchinia nelsoni* n. sp. (Haplosporida, Haplosporidiidae) : causative agent of the Delaware Bay oyster epizootic. *Science, N.Y., 153,* 1414-1416.

HERRBACH, B., 1971 - Sur une affection parasitaire de la glande digestive de l'huître plate, *Ostrea edulis* LINNE.- *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit., 35 (1),* 79-87, 15 fig.

LEGER, L., et HOLLANDE, A., 1917 - Sur un nouveau protiste à faciès de Chytridiopsis, parasite des ovules de l'huître.- *C.R. Séanc. Soc. Biol., 80,* 61-64.

MACKIN, J.G., OWEN, H., et COLLIER, A., 1950 - Preliminary note on the occurence of a new protistan parasite, *Dermocystidium marinum*, n. sp. in *Crassostrea virginica* (GMELIN). -*Science, N.Y., 111*, 328-329, 1 fig.

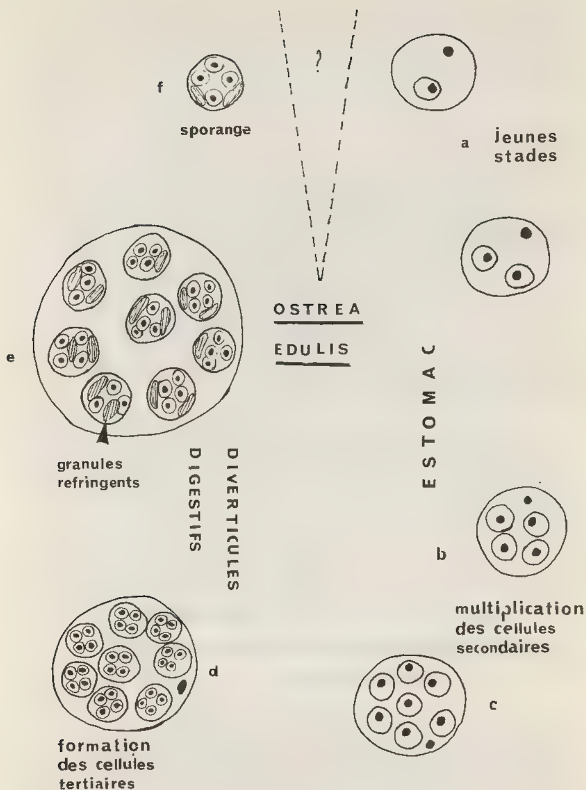
MACKIN, J.G., KORRINGA, P., et HOPKINS, S., 1952 - Hexamitiasis of *Ostrea edulis* L. and *Crassostrea virginica* (GMELIN).- *Bull. mar. Sci. Gulf Carribb., 1*, 266-277.

NEEDLER, A.W., 1931.- The oysters of Malpeque Bay.- *Biol. Board of Canada, 22*, 1-30.

PRYTHERCH, H.W., 1938.- Life cycle of a sporozoan parasite of the oyster.- *Science, N.Y., 88*, 451-452.

SPRAGUE, V., 1949.- Species of Nematopsis in *Ostrea virginica*.- *J. Parasit., 35 (2)*, 42 p.

WOOD, J.L., et ANDREWS, J.D., 1962 - *Haplosporidium costale* (Sporozoa) associated with a disease of Virginia oysters.- *Science, N.Y., 136*, 710-711.



SCHEMA DU CYCLE DE DEVELOPPEMENT DE MARTELIA REFRINGENS CHEZ OSTREA EDULIS

ETUDE EXPERIMENTALE DE DIFFERENTES CONDITIONS DE MILIEU SUR LE COMPORTEMENT DU PARASITE DE LA GLANDE DIGESTIVE DE L'HUITRE PLATE *(Ostrea edulis* L.*)*

par Michel COMPS (1)

RESUME

Au cours d'essais relatifs à l'influence des facteurs du milieu sur le parasite de la glande digestive de l'huître plate, on a observé que certaines conditions expérimentales dont la réimmersion après assec de plusieurs jours pouvaient provoquer une diminution du taux de parasitisme.

SUMMARY

EXPERIMENTAL STUDY ON VARIOUS CONDITIONS OF THE PARASITE OF DIGESTIVE GLAND OF THE FLAT OYSTER *(Ostrea edulis* L.)

In the course of experiments to study the effects of environmental factors on the parasite of the digestive gland of the flat oyster, it was noted that some experimental conditions such as immersion following many days out of the water could cause a decrease in the rate of parasitism.

(1) Laboratoire de Pathologie - Institut Scientifique et Technique des pêches Maritimes - 34200 - SETE

La description histologique et cytologique complétée par les images obtenues en microscopie électronique des formes d'un parasite nouveau de la glande digestive de l'huître plate a permis d'établir un diagnostic sinon précoce, du moins certain de l'épizootie qui frappait depuis 1968 les huîtres plates du littoral breton (COMPS, 1970).

Sur ces bases, on a pu constater à la suite de très nombreuses observations que le développement du parasite chez l'huître répondait à un cycle apparemment annuel (GRIZEL et coll., 1974).

A la fin mars généralement, avec le réchauffement des eaux, commence la multiplication de cellules secondaires à l'intérieur de la cellule primaire ; elle se poursuivra jusqu'en juin, époque à partir de laquelle se produit la phase de maturation avec apparition des formes les plus évoluées reconnaissables à leurs granules réfringents. Ces dernières persisteront tout l'été pour ne disparaître qu'au cours de l'automne. Il ne subsistera jusqu'au printemps suivant que des formes dites jeunes, le plus souvent localisées dans l'épithélium stomacal.

Les conditions de milieu et plus particulièrement la température des eaux paraissent jouer un rôle certain dans le déterminisme de ce cycle. On a donc tenté de vérifier par l'expérimentation au laboratoire l'influence de la température et de la salinité. Parallèlement, on devait être amené à tester également l'action d'un produit de traitement, le Furanace (déjà utilisé en pisciculture) et enfin de déterminer les conséquences d'une mise à l'assec prolongée sur le parasitisme.

Il n'a pas paru utile de donner ici une relation complète de tous ces essais et nous nous sommes bornés à en noter que les traits et résultats essentiels.

Dans la pratique, on a remarqué que le taux de parasitisme pour un même lot d'huîtres pouvait subir d'importantes variations de telle sorte que la seule détermination du pourcentage d'huîtres parasitées ne suffisait pas, dans le cadre de comparaisons de plusieurs lots entre eux, à fixer l'importance du parasitisme. Par ailleurs, l'impossibilité de repérer les formes peu évoluées sur simples frottis a contraint à contrôler le parasitisme par voie histologique, ce qui

a imposé de limiter le volume des lots étudiés. Pour ces raisons, il a été convenu d'une évaluation du niveau maximum du parasitisme : sur deux séries de coupes passant par deux zones distinctes de la glande digestive on a retenu la zone la plus parasitée et dénombré les formes du parasite présentes dans les dix tubules les plus parasitées. Pour l'estomac, le nombre de dizaines de formes décelées sur la coupe exprim. l'importance du parasitisme dans cette partie de l'huître.

Pour chaque lot mis en expérience, on a établi une moyenne de ces valeurs par rapport au nombre de sujets parasités.

Avec l'essai sur l'influence de la température, nous avons cherché à accélérer l'évolution du parasite par élévation de la température de l'eau à 20° et à 25° C alors que celle du milieu marin d'origine des huîtres n'était que de 15° C. Des mortalités sensibles (36 % à 25° C) ont conduit à limiter la durée de l'expérience à 15 jours, période au terme de laquelle le taux de parasitisme avait chuté au tiers de sa valeur initiale pour les huîtres maintenues à 20° C.

A 25° C, les valeurs étaient plus faibles encore (0.9 et 0.8 contre 3.4. et 5.0 à 20°). Par ailleurs, les examens histologiques n'ont pas révélé de modifications notables des formes du parasite dans le sens d'une multiplication des cellules secondaires et de la formation de "sporanges" (tab. I).

Dans les conditions où elle a été conduite, cette expérience n'a pas confirmé le rôle présumé de la température sur le développement du parasite. Par contre, on en a retenu que les huîtres parasitées mises en traitement, autrement dit dans le cas précis, réimmergées à 20° C - 25° C après un assec de 3 jours, ont vu leur taux de parasitisme régresser de façon non négligeable (de 10.2 à 3.4 et 0.9 et de 9.6 à 5.0 et 0.8).

Afin de tester l'effet de la salinité sur le parasitisme, on a conditionné des huîtres issues d'un même lot aux salinités suivantes, 5°/oo, 10°/oo, 15°/oo et 30°/oo (tab.II).

Cette expérience a globalement montré que le taux de parasitisme diminuait et, d'autant plus que les huîtres étaient soumises à des salinités plus faibles. A remarquer que pour l'immersion dans de l'eau à 5°/oo les tissus se dégradent ; c'est d'ailleurs

à cette salinité que l'on a noté la mortalité la plus élevée (8 %), cette dernière étant nulle à 30°/oo.

Par ailleurs, chez les huîtres remises pendant trois jours dans l'eau à 35°/oo après cinq jours de traitement aux différentes salinités, la diminution du taux de parasitisme était plus importante encore que chez les sujets examinés immédiatement après traitement.

Ces observations ont été corroborées par une expérience réalisée in situ, en Bretagne par le laboratoire de l'I.S.T.P.M. à La Trinité-sur-Mer ("Science et Pêche" n° 240) et qui avait pour but de rechercher un traitement curatif de la maladie. Il a été montré que la dessalure avait un rôle inhibiteur en retardant l'évolution du parasite.

De ces deux premières expériences, il est ressorti que des conditions anormales pour les huîtres entraînaient une régression apparente du parasitisme, du moins dans ses formes visibles.

Plus particulièrement, on a retenu qu'un assec de plusieurs jours (°), suivi d'une réimmersion en aquarium, pouvait s'accompagner d'une diminution sensible du taux moyen de parasitisme.

Ce phénomène s'est systématiquement manifesté sur les lots d'huîtres que l'on a été amené à étudier au laboratoire à Sète ; les dernières observations dans ce sens sur des huîtres provenant d'Arcachon ont été significatives puisque des taux initiaux de parasitisme de 1.6, 1.9 et 1.7 sont respectivement passés à 0.03, 0.08 et 0 pour un assec de trois jours avec réimmersion de 15 jours en aquarium (tab. III).

Des conclusions identiques ont d'ailleurs été obtenues dans un essai similaire où l'on avait en outre introduit l'effet de la nature de l'eau en réimmergeant les huîtres parasitées de façon comparative en eau méditerranéenne et en eau atlantique. Les huîtres renfermaient des formes évoluées du parasite qui avaient été éliminées sans différences significatives entre les deux traitements ; à l'origine, 80 % des huîtres avec formes évoluées : après

(°) Condition obligatoirement réalisée, les huîtres mises en expérience à Sète provenant de parcs en Bretagne.

réimmersion en eau de Méditerranée, selon la durée de réimmersion 10 % pour 4 jours et 9 % pour 6 jours ; en eau atlantique 18 % après 4 jours et 0 % après 6 jours.

En vue de confirmer l'effet de la réimmersion après assec prolongé, un nouvel essai a été mis en place en Bretagne (rivière d'Auray). Cet essai a montré qu'un assec suffisamment prolongé (5 jours), suivi d'une réimmersion tend à provoquer un processus d'élimination du parasite. Toutefois, cette élimination n'est pas complète mais par ailleurs la réinfestation sur parc ne paraît pas se produire.

En résumé, l'étude expérimentale des facteurs du milieu sur le parasitisme de l'huître plate a conduit à mettre en évidence l'effet complémentaire de l'assec prolongé avec réimmersion, effet qui dans les essais sur la température et la salinité semble avoir été prépondérant sur celui des paramètres étudiés.

ooooo

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

COMPS, M., 1970 - Observations sur les causes d'une mortalité anormale des huîtres plates (*Ostrea edulis* L.) dans le bassin de Marennes.- *Cons. Int. Explor. Mer. C.M.* (K 4), 1 planche.

GRIZEL, H., COMPS, M., BONAMI, J.R., COUSSERANS, F., DUTHOIT, J.L. et LE PENNEC, M.A., 1974 - Recherches sur l'agent de la maladie de la glande digestive de *Ostrea edulis* LINNE.- *"Science et Pêche" 240* (7-30), 22 figures.

	Lot	Nombre moyen de parasites par diverticule	Nombre de parasites dans l'estomac (/10)
Parasistisme initial	A B	10.2 9.6	3.3 1.4
Traitement à 20°	A B	3.4 5,0	1.3 2,6
Traitement à 25°	A B	0.9 0.8	I.8 I.4

TABLEAU I - ESSAI TEMPERATURE

	Lot	Huîtres parasitées %	Nombre moyen de parasites par diverticule
Parasitisme initial		80	3.6
Traitement (salinité) 5°/oo	S1 S 2	66 8	2.0 0.02
10°/oo	S 1 S.2	60 50	3.5 1.6
15°/oo	S 1 S 2	81 30	3.3. 2.3
30°/oo	S 1 S 2	60 75	2.7 3.0

Tableau II - ESSAI SALINITE (traitement 5 jours aux différentes salinités)

S 1 : huîtres examinées après traitement.

S 2 : huîtres réimmergées 3 jours dans l'eau à 35 °/oo après traitement.

	Lot	Huîtres parasitées %	Nombre moyen de parasites par diverticule	Nombre de parasites dans l'estomac (/10)
Parasitisme initial	1	30	1.6	0.8
	2	40	1.9	0.9
	3	30	1.7	0.3
Traitement Assec 3 j. Réimm. 15 j.	1	0.8	0.03	1.1
	2	0.6	0.08	0.5
	3	1.0	0	0.1

TABLEAU III

Effet de la réimmersion après assec

SENSIBILITE DES LARVES DE *Mytilus edulis (L.)* A DIVERSES SOUCHES BACTERIENNES

par Daniel PRIEUR (1)

RESUME

81 souches bactériennes isolées de l'eau de mer d'élevage, de cultures d'algues unicellulaires (*Monochrysis lutheri, Isochrysis galbana, Dunaliella primolecta*) d'une ponte de *Mytilus edulis*, de divers élevages malades et de l'atmosphère du laboratoire ont été inoculées au cours de 7 séries expérimentales à des élevages de *Mytilus edulis*, totalisant 300 inoculations. 16 de ces souches ont provoqué, au moins une fois, plus de 80 % de mortalité dans les élevages infectés en 24 à 48 heures.

Les variations des résultats obtenus suggèrent une différence de sensibilité des larves, selon la saison ou la qualité de chaque couple de géniteurs.

(1) Laboratoire de Zoologie - Université de Bretagne Occidentale
Contrats CNEXO - 73/725 - 74/974

SUMMARY

SENSITIVITY OF *Mytilus edulis* (L.) LARVAE

TO DIFFERENT BACTERIAL STRAINS

Eighty one bacterial strains isolated from different origins (filtered sea water, unicellular algae cultures, unhealtly larvae, *Mytilus edulis* spawn, laboratory's atmosphere) have been inoculated to *Mytilus edulis* larvae during seven experiments. Sixteen strains have induced more than eighty per cent mortality in the cultures after twenty four or fourty eight hours.

The variations of the results suggest a difference of sensitivity between the larvae, according to the season or the quality of the spawning.

oooo

Les proliférations bactériennes peuvent être à l'origine de mortalités massives dans les élevages de larves de Bivalves marins, mortalités signalées dans de nombreux travaux parmi lesquels ceux de DAVIS (1950), WALNE (1956, 58), LOOSANOFF et DAVIS (1963). D'autres auteurs comme GUILLARD (1959), TUBIASH, CHANLEY et LEIFSON (1965, BROWN (1973) ont isolé et décrit des souches pathogènes de larves de *Mercenaria mercenaria* et *Crassostrea virginica*.

Ces bactéries associées aux élevages de larves de Bivalves marins proviennent de 4 sources de contamination qui sont l'eau de mer des élevages, les algues unicellulaires utilisées comme nourriture, les géniteurs au moment de la ponte et l'atmosphère de la salle d'élevage.

De ces diverses origines, ainsi que de quelques élevages malades, nous avons isolé dans notre laboratoire, 81 souches bactériennes qui ont fait l'objet dans un travail précédent d'une description détaillée à l'aide de 115 tests précisant leurs caractères morphologiques et culturaux, écologiques, biochimiques, nutritionnels et leur sensibilité aux antibiotiques (PRIEUR, 1974).

Il était intéressant de rechercher si certaines de ces bactéries pouvaient avoir une action défavorable, sur les larves de Bivalves. Ces souches ont donc été inoculées à plusieurs reprises, de février à novembre 1973, au cours de 7 séries expérimentales, à des élevages de *Mytilus edulis*, réalisés selon les techniques en vigueur dans notre laboratoire (LE PENNEC, 1975).

Pour chacune de ces 300 inoculations, nous avons procédé de la façon suivante : un ml d'une culture de 48 h en souche pure est ajoutée à 10 ml d'eau de mer stérile. Cette suspension est inoculée à 20 000 larves D, dans un bécher contenant un litre d'eau de mer. Des numérations effectuées sur quelques souches ont montré qu'un inoculat contenait de 10^6 à 10^8 bactéries. 24 à 48 heures après l'inoculation, les élevages sont filtrés et les larves examinées au microscope dans une lame à concavité. Pour chaque échantillon, l'examen d'un grand nombre de larves permet de calculer un pourcentage de larves vivantes.

Au cours des 7 séries expérimentales, 27 souches n'ont jamais provoqué de mortalité supérieure à 60 % et 4 d'entre elles, jamais supérieures à 40 %. Par contre, toutes les autres souches, soit les 2/3 des bactéries isolées ont été au moins une fois responsables de plus de 60 % de mortalité, 16 d'entre elles provoquent plus de 80 % de mortalité. Ces 16 souches avaient été isolées d'origines diverses, telles que des cultures de *Monochrysis lutheri (ML)*, *Isochrysis galbana (IG)*, *Dunaliella primolecta (DP)*, de l'eau de mer d'élevage (EM), et même d'une ponte de *Mytilus edulis (ME)*, de l'atmosphère du laboratoire (CO) et de divers élevages malades (MA).

Cependant, ces résultats ont été variables, selon les séries expérimentales, comme l'illustrent particulièrement les deux séries suivantes.

Au cours de la 1ère série (Fig.1), réalisée en février 1973, les larves D, issues d'un même couple de géniteurs ont été infectées par 21 souches bactériennes différentes et élevées parallèlement à 3 témoins, non inoculés. 48 heures après l'inoculation, les témoins T1, T2, T3 contenaient respectivement 90,9 %, 88,5 % et 91 % de larves vivantes. Des pourcentages de survivants supérieurs à 80 % ont été également notés dans les élevages infectés par 7 souches ; CO04, IG07, IG08, ML05, CO09, DP03, ML14. Pour les 7 souches suivantes, les

pourcentages de larves vivantes se situent entre 70 et 50 %. Les 7 dernières ont provoqué plus de 50 % de mortalité, et surtout, il reste moins de 15 % de survivants dans les élevages infectés par les souches : EMO4, MAP3, MAM4 et MAP2.

La série expérimentale n° 2 (Fig.2), réalisée en mai 1973, a donné des résultats tout à fait différents. Des larves D, également issues d'un même couple de géniteurs ont été infectés par 44 souches différentes et élevées parallèlement à 4 témoins. 48 heures après l'inoculation, tous les élevages, infectés comme témoins, contiennent au minimum 93,3 % de larves vivantes. Les souches IG06, et MAM4, responsables de mortalités importantes dans la série n° 1 (respectivement 65,5 % et 93,2 %) n'ont eu cette fois aucun effet défavorable.

Quelles sont les causes de ces variations ?

Malgré les précautions prises, plusieurs paramètres ont varié, entre les diverses séries et peuvent être à l'origine des différences observées : il s'agit principalement de l'eau de mer d'élevage, des algues utilisées comme nourriture ou de l'inoculum lui-même. Les variations de ces paramètres peuvent être à l'origine de conditions de milieu différentes, plus ou moins défavorables à l'infection.

Les géniteurs, enfin, et par la suite les larves engendrées nous semblent constituer un paramètre important. En effet, les séries 2 et 3, au cours desquelles les larves n'ont pratiquement pas subi de mortalité, ont eu lieu au mois de mai et juin, à une période qui, dans notre région, correspond à la maturité sexuelle d'un grand nombre de Bivalves. Il convient également de noter qu'une série d'inoculations réalisées en mars 1973, n'a pu être utilisée : toutes les larves, infectées comme témoins, sont mortes, indépendamment des inoculations en 48 heures. Enfin, malgré l'obtention des pontes, nous n'avons pu obtenir à certaines périodes de l'année, que des "monstres" non viables.

Tous ces éléments nous conduisent à penser que, selon la saison, les larves obtenues sont plus ou moins robustes, et en conséquence, plus ou moins sensibles à des conditions défavorables, telles que des infections bactériennes. Il n'est cependant pas exclu que ces variations ne soient pas saisonnières, mais individuelles, car un seul couple de géniteurs a été utilisé pour chaque expérimentation.

Si nos résultats apparaissent plus modulés que ceux de

TUBIASH et al. (1965), ils montrent cependant la présence possible dans nos élevages de souches bactériennes ayant des possibilités pathogènes. Toutefois, les mortalités n'apparaissent que si certaines conditions sont réunies. Ces conditions ne sont pas connues actuellement, mais regroupent obligatoirement la présence du ou des pathogènes, des conditions de milieu particulières, qui favorisent le développement du pathogène et défavorisent l'hôte. Plusieurs paramètres peuvent certainement modifier la sensibilité de l'hôte, mais nous pensons que le degré de maturation des gamètes et, plus particulièrement des gamètes femelles, au moment de la fécondation, est primordial.

oooo

BIBLIOGRAPHIE

BROWN, C., 1973 - The effects of some selected bacteria on embryos and larvae of the american oyster, *Crassostrea virginica. Journ. of Invert. Pathol., 21, pp. 215-223.*

DAVIS, H.C., 1950 - On food requirements of larvae of *Ostrea virginica. Anat. Rec., 108, pp. 132 - 133.*

GUILLARD, R.L., 1959 - Further evidence of the destruction of bivalve larvae by bacteria. *Biol. Bull. Woods Hole, 55, pp. 260-282.*

LE PENNEC, M., 1975 - Elevages expérimentaux de larves de Mollusques marins. *Haliotis (sous presse).*

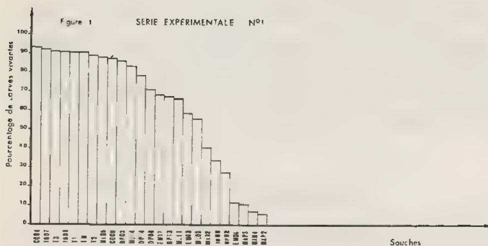
LOOSANOFF, V.L. & DAVIS, H.C., 1963 - Rearing of bivalve mollusks. In : *Advances in marine biology, F.S. Russel Ed. Academic Press, Inc, London, Vol.1, pp. 1 - 136.*

PRIEUR, D., 1974 - Les bactéries associées aux élevages de larves de Bivalves marins. *Thèse 3 ème cycle. BREST. 120 p.*

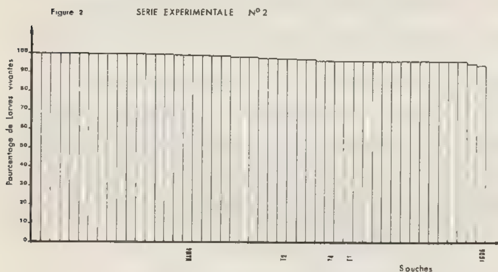
TUBIASH, H.S. CHANLEY, P.E. & LEIFSON, E., 1965 - Bacillary necrosis, a disease of larval and juvenile bivalve mollusks. 1. Etiology and Epizootiology. *Journ. Bact., 90, n°4, pp. 271 - 272.*

WALNE, P.R., 1966 - Bacteria in experiments on rearing oyster larvae. *Nature, 178, p. 91.*

WALNE, P.R., 1958 - The importance of bacteria in laboratory experiments on rearing the larvae of *Ostrea edulis. Journ. Mar. Biol. Ass. U.K., 37, pp. 415-425.*



Classement des souches selon leur action défavorable sur les larves



Classement des souches selon leur action défavorable sur les larves

SUR UNE MALADIE EPIDEMIQUE PARASITAIRE DE LA GLANDE DIGESTIVE DE *Crassostrea angulata* AVEC MORTALITE ANORMALE LE LONG DE LA COTE SUD-ATLANTIQUE D'ESPAGNE

par M. GUTIERREZ & E. PASCUAL (1)

RESUME

Une maladie de la glande digestive, due à une parasitose de l'huître portugaise (*Crassostrea angulata*) a été observée dans la région de CADIX (Espagne). Les premières études sur l'agent pathogène ont été entreprises.

SUMMARY

ON A EPIDEMIC, PARASITIC DISEASE OF THE DIGESTIVE GLAND OF *Crassostrea angulata* WITH ABNORMAL MORTALITIES IN THE SW COAST OF SPAIN.

Massive mortalities of oysters were observed in the Cadiz region (SW coast of Spain) since the year 1973.till nowdays. Mortality fluctuates from 40 to 90% depending on the area.

In the samples histologically studied, we revealed the presence of spheroidal elements, similar to ameboid cysts, its size ranging from 6 to 15 microns. These elements, ubicated in the cells of

(1) Instituto de Investigaciones Pesqueras. Laboratoire de CADIX. Espagne.

digestive diverticula, migrate from the basal to the apical region, and liberate at the lumina of the digestive diverticule. Often a ciliate *(Ancistrocoma* sp.*)* is also found in the lumina of the digestive diverticula.

Work is in progress with the life cycle of this parasite.

oooo

La physiologie normale des huîtres est altérée par beaucoup de facteurs. D'une part, il y existe des facteurs écologiques, contaminants et prédateurs. D'ailleurs, il y a des facteurs métaboliques, génétiques et surtout les agents qui provoquent des maladies épidémiques.

Depuis l'année 1973, nous avons observé sur les côtes de Cadix (SO d'Espagne) des mortalités massives des huîtres.

Pendant l'année 1973, la mortalité a affecté les parcs de croissance situés dans la baie de Cadix. En 1974, nous avons noté aussi une grande mortalité dans les gisements naturels existants à l'embouchure du fleuve Guadalquivir et sur les parcs de la baie de Cadix, elle a atteint 90 % des stocks d'huîtres en certains endroits.

Les recherches effectuées dans la zone des marées et l'embouchure du Guadalquivir pendant 1974 montraient un haut pourcentage d'huîtres mortes. Nous avons calculé, selon les différentes zones, un taux de mortalité compris entre 40 et 90 %.

Nous avons observé la mortalité la plus importante pendant les mois du printemps, avec un maximum au mois de mai et noté que la mortalité affecte également toutes les tailles.

Après les observations préliminaires, nous avons commencé dès le mois de novembre 1974 une récolte systématique des huîtres du Guadalquivir. Nous avons préparé les exemplaires avec les techniques habituelles pour l'observation microscopique normale.

L'observation macroscopique a montré un pourcentage d'huîtres maigres tous les mois, avec une progression appréciable à partir du mois de février.

Sous le microscope les huîtres affectées montraient des éléments plus ou moins sphéroïdes, avec l'aspect de kystes ameboïdes, de

6 à 15 microns de diamètre, à l'intérieur des cellules basales des diverticules digestifs. Ces éléments sont hématoxyline positive, avec des régions plus denses (généralement 1 ou 2 régions).

Dans les échantillons récoltés dès le mois de décembre jusqu'au mois de février, le nombre des sphéres a été petit. Dans les huîtres récoltées pendant les mois de mars et avril, on voit une augmentation du nombre de diverticules affectés, en même temps qu'il est fréquent de trouver deux ou trois sphères par diverticule. On voit aussi une émigration des sphères depuis la région basale vers la lumière glandulaire, avec destruction des cellules de l'épithélium. Pendant l'émigration, il y a quelques changements dans les propriétés de coloration des sphères, passant de basophiles à acidophiles et se détachant nettement les noyaux hématoxyline positifs. Le nombre des noyaux est variable ; nous en avons observé jusqu'à 8 dans les sphères qui se trouvent dans la lumière des diverticules. Nous voyons les changements de coloration comme un signe de maturation de ces éléments.

Les formes sphéroïdes que nous avons observées sont semblables aux "éléments sphériques" décrits par NEWMAN (1971) dans la glande digestive de *Crassostrea virginica*. Dans les huîtres affectées, on peut voir un amaigrissement progressif, conséquence,peut- être, de la perturbation des systèmes enzymatiques digestifs responsables de la digestion.

L'émigration de ces éléments vers la lumière des diverticules nous permet de supposer que ce phénomène représente la dispersion du parasite dans la mer.

Il est fréquent de constater, ainsi dans les diverticules digestifs des huîtres, la présence d'un cilié (*Ancistrocoma* sp). Ces ciliés se fixent avec un suçoir sur l'épithélium digestif de l'huître. Ils possèdent un macronucléus très caractéristique formé par une chromatine finement granulaire.

Ces études sont continuées dans notre laboratoire sous les aspects moléculaire, ultrastructural et parasitologique.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

NEWMAN, M.W., 1971 - A parasite and disease Survey of Connecticut Oysters. *Proceedings of the National Shellfisheries Association*, 61,59-66

CONNAISSANCES ACTUELLES EN PATHOLOGIE LARVAIRE D'ORIGINE BACTERIENNE

par Daniel PRIEUR (1)

RESUME

Les infections bactériennes des élevages de larves de bivalves ont été fréquemment observées en laboratoires et en écloseries.

Des souches pathogènes, d'origine connue ou non, ont été isolées par divers auteurs et décrites. Cependant, l'identification de ces souches est incomplète et leur mode d'action sur les larves a été peu étudié. Dans tous les cas, le développement de l'infection est très rapide et ne permet aucun traitement curatif.

L'étude des populations associées aux différents stades des élevages apparaît fondamentale. Enfin, les bactéries ne sauraient être les seules responsables des mortalités larvaires, et il est vraisemblable que les mortalités massives n'ont lieu que lorsqu'un ensemble de circonstances défavorables, qu'il convient d'établir, sont réunies.

SUMMARY

ACTUAL KNOWLEDGES IN BIVALVE LARVAE BACTERIAL PATHOLOGY

The bacterial contaminations of the bivalve larvae cultures have been often observed in laboratories and hatcheries. Some pathogenic

(1) Laboratoire de Zoologie - Université de Bretagne Occidentale - 29283 - BREST - CEDEX -
Contrats CNEXO - 73/725 - 74/974

strains from known or unknown origins have been isolated by different authors. However, the identification of these strains is not complete and the way of the contamination has been a little studied.

At all events, the contamination is very fast and does not allow any care. The study of the bacterial populations associated with the different stages of the culture becomes absolutely necessary.

At last, the bacteria cannot be the sole responsible of the larval mortalities. The complete mortalities happen only when different unfavorable conditions join together.

oooo

Les élevages de larves de Bivalves marins sont réalisés pour la plupart en eau de mer confinée. Ce simple fait permet déjà la prolifération des bactéries de l'eau de mer. En effet, comme l'ont montré ZOBELL et ANDERSON (1936), la population bactérienne de l'eau de mer stockée dans un récipient augmente avec le temps, proportionnellement au rapport $\frac{\text{surface}}{\text{volume}}$ qui croît lorsque le volume diminue. Les larves dont la densité varie selon les procédés de 10 000 à 50 000 par litre, sont d'autre part nourries régulièrement d'algues unicellulaires cultivées le plus souvent en grand volume. Enfin, les élevages sont fréquemment réalisés à des températures supérieures à 20°C, ceci afin d'accélérer la croissance.

De telles conditions favorisent tout particulièrement les proliférations bactériennes, responsables de mortalités massives dans les élevages. Les techniques d'élevage en vigueur actuellement, incluent divers procédés qui visent à limiter le développement des bactéries, procédés résumés par LUCAS et PRIEUR (1974) : Nettoyage des géniteurs à l'eau ozonée, eau de mer d'élevage finement filtrée et renouvelée souvent, algues "Bacteria free", addition d'antibiotiques, etc... Nous envisageons seulement dans cet exposé, les effets défavorables des bactéries sur les larves, en l'absence ou malgré ces précautions.

DAVIS (1950) essayant de nourrir des larves de *Crassostrea virginica* à l'aide de bactéries, remarque qu'à de fortes concentrations, certaines souches peuvent ralentir la croissance larvaire et provoquer dans certains cas, des mortalités importantes.

WALNE (1956, 58) montre que le taux de réussite des élevages de larves d'*Ostrea edulis* est inversement proportionnel à la quantité de bactéries présentes dans l'eau de mer d'élevage.

GUILLARD (1959) a isolé de larves moribondes de *Mercenaria mercenaria*, 2 souches pathogènes appartenant aux genres *Vibrio* et *Pseudomonas*. Les mortalités n'apparaissent que lorsque les larves sont infectées par des bactéries vivantes. Ceci n'exclut pas totalement la possibilité de métabolites toxiques car des filtrats de ces souches peuvent ralentir ou arrêter la croissance des larves, à forte concentration.

TUBIASH, CHANLEY, LEIFSON (1965) ont isolé des larves malades de *Mercenaria mercenaria*, 5 souches pathogènes appartenant aux genres *Vibrio* et *Aeromonas*. Inoculées à des élevages sains de *Mercenaria mercenaria, Ostrea edulis, Aequipecten irradians, Teredo navalis*, ces bactéries provoquent la mortalité totale des larves dans un délai de 10 à 20 heures. La maladie est nommée Bacillary necrosis.

TUBIASH, COLWELL et SAKAZAKI (1970) réétudient ces bactéries et peuvent les classer en 3 groupes, 1 souche nommée *Vibrio sp.*, pathogène des mollusques, les deux autres sont rapprochées, respectivement des espèces *Vibrio alginolyticus* et *Vibrio anguillarum*.

TUBIASH (1975) donne une description de cette infection : "le déroulement de la maladie que nous avons nommée Bacillary necrosis, est rapide et dramatique. Pendant 4 ou 5 heures, les premiers signes de l'infection consistent en une réduction de la mobilité, et une tendance pour un nombre appréciable de larves à demeurer immobiles, pied et velum étendus. 5 à 6 heures après, des grouillements de bactéries, originaires de points discrets apparaissent à la périphérie de quelques larves. Ce phénomène de grouillement est un symptôme de la nécrose bacillaire, bien qu'à ce moment, les larves infectées paraissent normales. Le grouillement devient progressivement plus intense et diffus, ressemblant à un essaim d'abeilles. Au bout de 8 heures, la mort, accompagnée d'une nécrose granulaire est répandue. Au petit grossissement, les tissus larvaires semblent scintiller sous l'activité des bactéries envahissantes et, dans un élevage contaminé, la mortalité est souvent complète dans les 18 heures.

BROWN (1973) a étudié l'effet de quelques bactéries isolées d'élevages de *Crassostrea virginica* et *Mercenaria mercenaria*,

ainsi que d'eau de mer filtrée traitée aux U.V., sélectionnées sur des larves de *Crassostrea virginica* à différents stades du développement : embryon sans coquille, jeune larve véligère, larve prête à la métamorphose. Sur 123 souches, cet auteur a trouvé 20 souches susceptibles d'affecter au moins 1 des 3 stades du développement (19 peuvent affecter le stade embryonnaire, 13 le stade jeune véligère, 12 les larves prêtes à la métamorphose). Ces pathogènes ont pu être classés dans les genres *Vibrio* et *Pseudomonas*. Cet auteur n'a jamais observé de grouillement bactérien, pareil à ceux décrits par TUBIASH.

PRIEUR (1974) a isolé dans des cultures d'algues unicellulaires, d'eau de mer filtrée destinée à un élevage et d'une ponte de *Mytilus edulis*, 16 souches susceptibles de provoquer, dans certaines conditions, la mortalité de larves de cette même espèce.

Que peut-on conclure de ces travaux ?

Les mortalités larvaires provoquées par des bactéries constituent l'un des problèmes difficiles auxquels sont confrontées les écloseries. Cette courte revue bibliographique, à laquelle il faudrait ajouter les nombreux échecs, non publiés, subis tant par les scientifiques que les professionnels en est la preuve.

Les bactéries semblent pouvoir détruire les larves de deux manières : d'une part, par une trop forte densité, d'autre part, par une action directe de souches pathogènes, dans des conditions particulières. Il serait également possible que les deux phénomènes interviennent simultanément.

Nous ne possédons que peu de renseignements sur ces pathogènes, en particulier sur leurs origines et les conditions qui favorisent leur développement. Ces souches ont, d'autre part, été le plus souvent décrites par un petit nombre de caractères qui ne permettent pas leur identification précise, ou la comparaison des résultats de divers auteurs. Une souche cependant a été identifiée comme *Vibrio anguillarum*, espèce reconnue par ailleurs pathogène de poissons et, notamment, de Salmonidés.

D'une manière générale, nous manquons de données précises, quantitatives, qualitatives et dynamiques sur les bactéries associées aux élevages de larves de Bivalves marins. La mise en

place d'un contrôle bactériologique à tous les niveaux du système de production d'une écloserie, devrait nous donner des renseignements précieux sur ces phénomènes.

Enfin, les bactéries ne sauraient être les seules responsables des mortalités larvaires, et le contrôle simultané des nombreux paramètres physico-cnimiques et biologiques, intervenant dans les élevages, s'avère indispensable.

ooooooo

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BROWN, C., 1973 - The effects of some selected bacteria on embryos and larvae of the american oyster, *Crassostrea virginica. Journ. of Invert. Pathol.*,21, 215-223.

DAVIS, H.C., 1950 - On food requirements of larvae of *Ostrea virginica Anat. Rec.*, 108, 132-133.

GUILLARD, R.L., 1959 - Further evidence of the destruction of bivalve larvae by bacteria. *Biol. Bull.Woods Hole* , 55, 260-282.

LUCAS A., & PRIEUR, D., 1974 - Le contrôle bactérien des élevages de larves de Bivalves. Colloque sur l'aquaculture BREST-1973. *Actes de Colloques, n° I, 1974 - CNEXO - Ed.*

PRIEUR, D., 1974 - Les bactéries associées aux élevages de larves de Bivalves marins. *Thèse 3ème cycle - BREST - I20 p.*

TUBIASH, H.S., CHANLEY, P.E. & LEIFSON, E., 1965 - Bacillary necrosis, a disease of larval and juvenile bivalve mollusks. 1. Etiology and Epizootiology. *Journ.Bact., 90, n°4, pp. I036-I044.*

TUBIASH, H.S., COLWELL, R.R. & SAKAZAKI, R., 1970 - Marine vibrios associated with bacillary necrosis, a disease of larval and juvenile bivalve mollusks. *Journ. Bact., I03, pp.27I-272.*

TUBIASH, H.S. 1975 - Bacterial pathogens associated with cultured bivalve Mallerk larvae in "Culture of marine invertebrate animals". Ed by SMITH W.L. and CHANLEY M.A. *Plenum Press - New York - London I975, pp. 6I-7I.*

WALNE, P.R. 1956 - Bacteria in esperiments on rearing oyster larvae. *Nature, I78, p.9I.*

WALNE, P.R., 1958 - The importance of bacteria in laboratory experiments on rearing the larvae of *Ostrea edulis. Journ. Mar. Biol. Ass.U.K., 37, pp. 4I5-425.*

ZOBELL, C.E. & ANDERSON, D.Q., 1936 - Observations on the multiplication of bacteria in different volumes of stored sea water and the influence of oxygen tension and solid surfaces. *Biol. Bull. Woods Hole, 7I, pp.324-342.*

T H E M E III

VALORISATION DES PRODUITS CONCHYLICOLES

COMMERCIALISATION

HALIOTIS Vol. 5 1975 (1976)

CONSERVES ET SEMI-CONSERVES DE MOLLUSQUES MARINS

par Henri DURAND (1)

RESUME

Les conserves de mollusques marins sont assez peu répandues en France, à l'exception des coquilles St-Jacques et de certains plats cuisinés.

Les différentes techniques de transformation, largement utilisées dans d'autres pays, sont exposées. L'attention est attirée sur certains points précis, notamment la stérilisation.

Ces techniques étant déjà connues, le principal problème en France est d'ordre économique (matière première et existence de marchés tenant compte des goûts de la clientèle).

SUMMARY

PRESERVED AND SEMI-PRESERVED MARINE MOLLUSCS

Canning of marine molluscs is not very widespread in France, except scallops and some prepared dishes.

The different processing technics, widely used in other countries are explained. Attention is drawned about certain points such as thermal processing.

These methods are well -Known, and in France, the main problem is of economic nature (raw material, and marketing in connection with customers tastes or wishes.

(1) Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes
Rue de l'Ile d'Yeu - BP 1049 - 44037 NANTES CEDEX

Si en France l'habitude veut que le plus souvent les coquillages soient consommés vivants, il est de nombreux autres pays qui transforment ces produits en conserves et semi-conserves.

Le tableau ci-après donne quelques chiffres de production de conserves et semi conserves pour l'année 1972 (1).

TABLEAU N° 1

Pays	Mollusque utilisé	Production (tonnes)
Japon	huîtres	5.800
	autres	21.000
Danemark	divers	4.300
Pays-Bas	divers	4.600
Etats-Unis	clams	2.200
	huîtres	5.600
	produits divers à base de mollusques	34.000
Canada	divers	400
Espagne	coques	2.800
	palourdes	400
	céphalopodes	5.200
	moules	6.300

Pour la France, les chiffres recouvrent souvent les crustacés et les mollusques, et on peut estimer qu'en 1974, environ 70 % de ces conserves ont été importées (2).

Bien que divers produits aient été fabriqués dans le passé, il n'y a guère que les coquilles Saint-Jacques qui présentent une importance chez nous. Il existe cependant d'autres fabrications, souvent régionales et relevant des plats cuisinés, où le mollusque est accompagné d'une sauce élaborée (bisques, mouclade, préparations à base de calmar).

1 - OPERATIONS PRELIMINAIRES.

Lors de la préparation des conserves ou semi-conserves, les opérations préliminaires sont assez semblables, quel que soit le bivalve utilisé.

Après triage (débris grossiers, individus morts), il peut être utile de stocker les coquillages en bassins d'eau propre afin d'éliminer le sable ou la vase. Les coquillages sont alors nettoyés, et dans le cas des moules, le byssus est ôté. Aux Pays-Bas, les moules passent sur des rouleaux tournant en sens inverse l'un de l'autre, et arrachant ainsi le byssus.

La seconde étape est l'ouverture et la récupération de la chair.

La première méthode est l'ouverture manuelle. C'est une des méthodes susceptible d'être utilisée pour les coquilles St-Jacques, ou les huîtres ainsi que cela se pratique au Japon. Ce procédé a l'avantage de conserver le mollusque à l'état cru, et de lui garder sa saveur. L'inconvénient principal est bien sûr l'importance de la main-d'oeuvre.

Les mollusques peuvent également être ouverts par la chaleur. Ils sont alors placés en armoires à vapeur sous pression, à environ 120° C durant des temps variant selon la taille, et pouvant atteindre 15 minutes pour des huîtres. On peut également les plonger dans l'eau bouillante pendant 1 à 5 minutes.

Si dans le cas de l'huître, le décoquillage doit être achevé manuellement, pour d'autres mollusques tels que les moules, l'automaticité peut être poussée plus avant. Dans les pays Nord-Européens (Pays-Bas, Danemark), les moules sont ouvertes à la vapeur, de façon que la chair se détache des deux valves. Elles passent ensuite sur un tamis vibrant qui sépare la chair sans intervention manuelle (3).

Il existe enfin d'autres méthodes d'ouverture, soit industrielles, soit encore expérimentales : fours à infra-rouge, ultrasons, micro-ondes (dans ce cas, des huîtres peuvent être ouvertes en moins d'une minute, pour des fours d'une puissance de 5 Kw) (4) et enfin laser (5).

Le choix de la méthode a bien évidemment une grande importance, et il semble que si le temps nécessaire doive être assez long une atmosphère humide soit indispensable pour ne pas dessécher la chair.

Certaines de ces techniques (vapeur, micro-ondes) sont susceptibles de s'effectuer en continu et ainsi de s'intégrer dans une chaîne de fabrication (appareil de type "Shellgun").

En ce qui concerne les céphalopodes, ils sont lavés, l'encre - que l'on peut utiliser par la suite - est ôtée ainsi que la coquille sous-cutanée (os ou plume). L'animal est enfin éviscéré et découpé.

La chair récupérée est alors lavée en eau douce, ou en saumure légère (2 %), légèrement acidifiée ou non.

Les rendements en chair sont assez faibles en général : 15 à 25 % pour des moules, 5 à 12 % selon la saison pour des huîtres de 100 à 200 g pièce, 30 % environ pour les calmars.

2 - CONSERVES.

La phase essentielle pour la fabrication des conserves, outre le conditionnement en récipient étanche, est la stabilisation par la chaleur ou stérilisation.

Les préparations peuvent être faites au naturel. La chair, emboîtée, est recouverte d'une saumure légère. Au Japon, ce type de conserves est fabriqué à partir d'huîtres ouvertes à cru. La couverture peut être constituée du jus intervalvaire, récupéré et filtré.

On peut également préparer - comme au Japon, au Canada ou aux Pays-Bas - des conserves d'huîtres ou de moules fumées. Les chairs récupérées sont légèrement huilées, disposées sur des claies et fumées à chaud (70 - 80° C) pendant 30 minutes à 1 heure (6)-(7).

Enfin, on peut préparer des conserves de produits frits, ou accompagnés de couvertures diverses (escabèche, marinades, sauce "au noir" pour les calmars), ou encore cuisinés selon des recettes régionales.

Toutes ces opérations doivent être effectuées très rapidement, et le jutage doit être pratiqué à chaud de préférence, comme

cela est souhaitable pour toute conserve.

Il est important en effet que les boîtes aient une température initiale non inférieure à 60° C, afin que la montée en température au coeur de la boîte soit la plus rapide possible. La stérilisation en effet, si elle doit être suffisante, ne doit pas altérer les caractères organoleptiques.

Ainsi, on sait que les moules en conserve ont fréquemment une texture farineuse, et une chair qui se délite facilement. Nous avons pu vérifier que des moules ouvertes à la vapeur et non encore stérilisées ne présentaient pas ce défaut, non plus que des moules ouvertes à cru puis stérilisées. C'est donc la conjugaison de deux traitements thermiques (ouverture et stérilisation) qui altère le produit. Il convient de raccourcir l'un de ces deux traitements. On peut y parvenir - bien qu'imparfaitement - en stérilisant pendant un temps plus court, mais à une température plus élevée, afin de conserver au traitement une même valeur stérilisatrice.

La conserve doit enfin être refroidie le plus rapidement possible afin d'éviter toute surcuisson, néfaste pour le produit. Cette surcuisson par exemple peut favoriser et accélérer les réactions provoquant le brunissement des coquilles Saint-Jacques.

3 - SEMI-CONSERVES.

Les coquillages se prêtent en général fort bien à la fabrication de semi-conserves.

Une préparation connue est celle des moules marinées ou moules au vinaigre. Les chairs emboîtées ou mises en bocaux sont recouvertes d'une solution vinaigrée, salée et aromatisée (3 à 5 % de sel et autant d'acide). Le pH final doit être abaissé jusqu'à 4 - 4,5. Il faut signaler qu'en France, seul le vinaigre de vin ou d'alcool, peut être utilisé.

On prépare également des moules en gelée. Après un marinage de 3 à 4 jours, en solution acide, les moules sont conditionnées et recouvertes d'une gelée acidifiée.

Tous ces produits peuvent se conserver plusieurs semaines au froid et à l'abri de la lumière.

CONCLUSION.

Les mollusques bivalves constituent une matière première particulièrement fragile. Il est indispensable de mener les opérations de transformation dans les meilleures conditions de rapidité et d'hygiène.

Leur mise en conserve peut s'avérer intéressante, le nombre d'espèces, donc de types de conserves, pouvant être très varié. La création d'une telle industrie serait également un facteur d'équilibre pour une production qui connaît alternativement des périodes de surcroît de vente et de surproduction au cours de l'année.

Cependant, pour certaines fabrications, la main-d'oeuvre nécessaire peut être importante. Dans notre contexte économique actuel ceci peut causer un accroissement des prix de revient. Pour y pallier, il faudrait alors pratiquer des prix de matière première suffisamment bas.

Outre la rentabilité, un autre facteur de développement est l'existence de marchés. Si la clientèle française reste attachée à l'idée du mollusque frais, peut-être serait-elle plus attirée par des plats cuisinés, dépassant la simple conserve au naturel ou à l'huile. Il reste enfin que bien des pays étrangers sont consommateurs de tous ces produits et peuvent être des clients en puissance.

oooo

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

(1) - Annuaire statistique des Pêches - 1973 - FAO.

(2) - Enquête générale sur la situation et la production de la Conserverie de Poisson - 1974 - Chambre nationale des Industries de la Conserve.

(3) - HOUWING, H., & RUITER, A., 1968 - *Revue de la Conserve, 24 (1)*, 97-102.

(4) - MENDELSOHN, J.M., RONSIVALLI, L.J., KING, F.J., 1969 - Fish. Ind. Res. 4 (7), 241.

(5) - GURBAX SINGH, Déc. 1972, *Food Technology*, 60-61.

(6) - TANIKAWA, E., 1971 - Marine Products of Japan. Koseisha-Koseikaku Comp. Tokyo, 1 vol. 507 p.

(7) - LISAC, H., 1971 - Revue et Etudes FAO, vol. 45.

CONSERVATION DES HUITRES PAR LE FROID

par Jean R. CREPEY (1) et Luçay HAN CHING (2)

RESUME

Les expériences rapportées concernent :

- la résistance des huîtres aux températures inférieures à 0°C ;
- la congélation par différents systèmes en coquilles à l'état cru et décoquillées après cuisson sommaire.

On a constaté que :

1. Les huîtres peuvent survivre à des températures inférieures à 0°C pourvu que le refroidissement s'effectue par paliers. Les expériences ont montré qu'elles pouvaient résister dans certaines conditions à des températures de -4°C et -8°C.
2. La congélation à l'azote liquide (-100°C) a donné les meilleurs résultats pour les huîtres crues en coquilles.

D'une façon générale, les huîtres congelées crues laissent apparaître des changements dans la présentation et la saveur.

Celles qui sont congelées après cuisson partielle s'avèrent de qualité acceptable. Les défauts éventuels sont masqués par les traitements ultérieurs.

(1) Directeur de Recherches - Institut Scientifique et Technique des Pêches maritimes - Rte de l'Ile d'Yeu - NANTES.
(2) Ingénieur de Recherches - Intitut Scientifique et Technique des Pêches maritimes - Rte de l'Ile d'Yeu - NANTES.

SUMMARY

COLD STORAGE OF OYSTERS

In this work, the experiments concern :

- the endurance of oysters at low temperature under 0°C ;
- the freezing of raw scalloped oysters and slight-cooked oyster's meat, by various processes.

We stated that :

1. The oysters can survive at temperatures below 0°C when the cooling is carrying with gradual levels. The experiments showed they survived at low temperatures of -4°C and -8°C under some conditions.
2. The freezing with liquid nitrogen (-100°C) gave the best results for raw scalloped oysters.

The frozen raw oysters generally showed some changes in appearence and taste.

When they are frozen after a slight cooking, the quality of the meat proved to be fit ; the further cooking processes mask the possible defects.

oooo

L'application du froid à la conservation des mollusques en général a déjà fait l'objet de nombreuses publications. Parmi les plus anciennes on peut citer celles de POTTINGER, LANHAM et KERR (1947) concernant la congélation des huîtres, et de BANKS et HOUSE (1958) relative à la qualité organoleptique des moules congelées.

Depuis, on a pu assister, dans le même domaine, au développement de certaines activités industrielles telles que la congélation des coquilles Saint-Jacques, (DYER et HILTZ - 1974) ou celles des ormeaux, qui semblent prendre, en Australie, une importance commerciale grandissante (JAMES et OLLEY - 1973).

Pour les huîtres proprement dites, on peut envisager 3 méthodes de conservation :

- réfrigération entre +1°C et +6°C, pour la conservation à l'état vivant ;

- refroidissement au-dessous de 0°C jusqu'aux environs de -8°C, permettant la survie des mollusques pendant quelques jours ;

- congélation à basse température.

1. - REFRIGERATION.

Selon SEBASTIO (1968), la température optimale de conservation des huîtres *Ostrea lamellosa, Ostrea adriatica*) serait comprise entre +1°C et +5°C. Pour les températures supérieures, la durée de conservation est limitée par l'apparition de saveurs inhabituelles qui se manifestent après 4 ou 5 jours d'entreposage à +21°C (MEDCOF, 1959).

Les expériences réalisées par le laboratoire d'essais frigorifiques de l'I.S.T.P.M. en 1956 (J.R. CREPEY) avaient montré qu'après 23 jours, des huîtres *(Crassostrea angulata)* conservées vivantes à +6°C, présentaient la même qualité qu'au moment de l'expédition des parcs d'élevage.

II - SURVIE AU REFROIDISSEMENT.

. Plusieurs expériences ont été faites pour étudier la résistance des huîtres aux températures négatives. La survie dépend de plusieurs facteurs, notamment :

- de la température employée,
- de la durée de conservation
- de l'amplitude des chocs

FRIEDMAN, dès 1934, mentionne que les huîtres congelées à -4°5C survivaient après 7 semaines d'entreposage à cette température, à condition de ne pas subir de chocs thermiques.

NELSON décrit que les huîtres refroidies (donc pratiquement congelées) pendant 12 heures à environ -9°C, étaient plus susceptibles aux à-coups que celles qui avaient été soumises seulement 2 heures à la même température.

Le réchauffage (décongélation), de même que le refroidissement (congélation) doivent intervenir avec prudence pour éviter les chocs thermiques trop brutaux.

Lors des essais précédemment cités le laboratoire avait procédé à des refroidissements par paliers. Certaines huîtres furent conservées en observation pendant 6 jours à +3°C tandis que d'autres étaient mises, au même moment, en chambre froide à -4°C. On a constaté que les huîtres placées directement à -4°C présentaient une vitalité et une qualité organoleptique nettement inférieures à celles qui avaient séjourné à +3°C avant leur introduction en chambre à -4°C.

L'importance des chocs thermiques sur la résistance des huîtres a été confirmée lors d'essais plus récents portant sur le refroidissement de *Crassostrea gigas* jusqu'à -8°C.

Deux séries furent expérimentées, l'une avec un séjour des mollusques à -5°C pendant 2 jours, l'autre en réalisant 2 paliers successifs à -2°C (2jours) puis à -5°C (3jours).

Dans le premier cas, 20% seulement des huîtres examinées étaient vivantes après 15 jours d'expérience contre 40% dans le lot qui avait subi un refroidissement moins brutal.

Au cours de l'entreposage à température négative la déshydratation semble jouer un rôle important dans la limite de survie des huîtres ; celle-ci peut ainsi être augmentée en conservant les mollusques dans de bonnes conditions dans l'eau (MEDCOF, 1959) ou dans de la glace (SEBASTO,1970).

III - CONGELATION.

Beaucoup de travaux ont été faits en Amérique du Nord et au Japon sur la congélation des huîtres. Plusieurs types de présentation sont envisageables.

L'huître peut être congelée crue, en coquille (SUMMERWELL, 1955) ; au Japon, la chair d'huître crue congelée individuellement, dans des petits sacs de polyéthylène, est destinée à l'exportation. MAC KEE (1963) décrit la commercialisation de chair d'huître panée, crue, congelée individuellement et conditionnée en boîtes de carton.

Aux Etats-Unis, les huîtres du Pacifique sont congelées après blanchiment dans l'eau bouillante pendant une minute pour raffermir la chair (OSTERHAUG et NELSON, 1957).

Enfin, la congélation d'huîtres cuites est possible dans la coquille (GARDNER et WATTS, 1957 ; SCHARWTZ et WATTS, 1959), de même que celle de chair d'huître frite dans l'huile, panée et conditionnée dans des boîtes de carton.

APERCU DES TRAVAUX DU LABORATOIRE.

En vue d'une application commerciale éventuelle en France, le laboratoire a expérimenté divers systèmes de congélation et plusieurs types de présentation.

Huîtres crues en coquille.

Les huîtres destinées à être consommées crues en coquille se présentaient sous deux aspects :

- huîtres congelées telles quelles, par trois systèmes :
  - à l'air en tunnel à -40° C,
  - par immersion à -30°C au R-12,
  - par convection en atmosphère d'azote à -100° C ;
- huîtres ouvertes, débarrassées du jus intervalvaire, disposées par groupe de 10, dans leur coquille, sur un support approprié, puis conditionnées en sachets de polyéthylène sous vide partiel. Deux systèmes de congélation : convection en atmosphère d'azote à -100°C et air pulsé en chambre à -20°C.

Huîtres cuites :

Les préparations faites pour être consommées cuites furent congelées en armoire à contact à -40°C après conditionnement en barquettes composées de 300 g. environ de chair d'huîtres à demi cuite.

Tous les échantillons ont été entreposés à -20°C et des prélèvements faits chaque mois. Les résultats indiqués ci-après correspondent à des observations échelonnées sur 3 mois d'entreposage.

Résultats

Huîtres crues en coquille

a. Huîtres entières.

Pour les examens, les huîtres entières en coquille étaient décongelées en 3 heures environ, à la température du laboratoire (+20°C).

D'une façon générale, on constate que :

- les coquilles s'ouvrent à la décongélation et le muscle adducteur est étiré (Fig. 1),
- le manteau est adhérent à la coquille (Fig.2),
- l'épithélium cilié de la trame branchiale devient inexistant (Fig.3),
- le liquide intervalvaire est filant (Fig.4),
- après 2 mois d'entreposage, il apparaît une odeur de coquille sèche.

En ce qui concerne les systèmes de congélation :

- R-12 = les échantillons accusaient, dès le premier examen, une saveur particulière désagréable, s'accentuant au cours de l'entreposage ;
- Tunnel = jusqu'au 2ème mois la qualité des échantillons était acceptable ;
- Azote = seules les huîtres congelées à l'azote étaient encore acceptables au bout du 3ème mois.

b. Huîtres ouvertes.

Les huîtres congelées ouvertes et emballées sous vide étaient décongelées à la température du laboratoire et par adjonction d'une solution de sel marin) 26 0/00. Le jus qui en résulte est très filant. Si elle est presque absente au début, l'odeur de coquille sèche, constatée pour les huîtres fermées, se dégage au 2ème mois d'entreposage. Les échantillons congelés à l'azote sont demeurés acceptables alors que la durée limite d'entreposage des huîtres provenant de la chambre de congélation à -20°C fut seulement de 2 mois (comme pour celles qui ont été congelées en tunnel à -40°C

- Huîtres cuites.

La chair d'huître décoquillée, dégustée en l'état (demi cuite) s'est révélée très acceptable bien que la texture soit un peu ferme. Elle peut même apparaître excellente sous forme de beignets ou de certains plats préparés.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BANKS, A. & HOUSE C.T., 1958 - Congélation et entreposage frigorifique des moules. *Mod. Refrig., R.U., juillet 1958, 724, 686-688*

CREPEY, J.R., 1956 - Essais préliminaires sur le comportement des huîtres aux basses températures (Rapport non publié).

DYER, W.J. et HILTZ, D.F., 1974 - Qualité comparée de la coquille Saint-Jacques fraîche ou congelée décongelée et aptitude à la conservation après décongélation lors du stockage à 5°C. *Bull.jap.Soc.sci. Fischer, 40 (2), 235-243.*

FRIEDMAN, N.H., 1934 - Frozen oysters survive unless jarred. *Atlantic Biological Station, note n° 34.*

GARDNER, E.A. et WATTS, B.N., 1957 - *Fd Techn., Champaingn, II (I), 6.*

JAMES, D.G. and OLLEY J., 1973 - The abalone industry in Australia. *Tecnical Conference on fishery products - F.A.O.*

MAC KEE, LYNNE, G., 1963 - The oyster, clam, scallop and abalone fisheries. *Industrial Fishery Technology, ed. M.E. Stansby, Reinhold Publishing corporation, New-York, Chapter 13.*

MEDCOF, 1953 - Etudes sur l'entreposage des huîtres (*Crassostrea virginica) Studies Fisher Res. Board Can., F.R.B., 579.*

NELSON, R.W., 1963 - *Comml. Fish. Rev., 25 (4), 1.*

OSTERHAUG, K.L. and NELSON, R.W., 1957 - *Comml.Fish. Rev.,19(6), 10.*

POTTINGER,S.R., KERR, R.G. and LAN HAM, W.B., 1947 - *Fd Inds.,19(3),324.*

SCHARWTZ, M.G. and WATTS, B.N., 1967 - *Fd.Res., Champaign.,22, 76.*

SEBASTIO, C., 1968 - Détermination de la température optimale de conservation des huîtres. *Atti. Soc.it. Sci.ict., 22, 648-652.*

SEBASTIO, C., 1970 - La conservation avec de la glace hydrique et de la glace d'eau de mer des huîtres et des moules vivantes destinées à la consommation alimentaire.*Idem.24,545-546.*

SUMMERWELL, W.N., 1955 - *Comml. Fish. Rev., 21 (3), 1.*

Fig. 1



Fig. 2

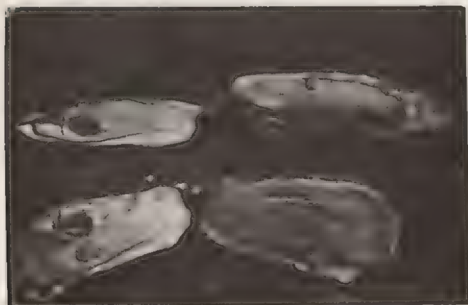


Fig.3

a)



b)

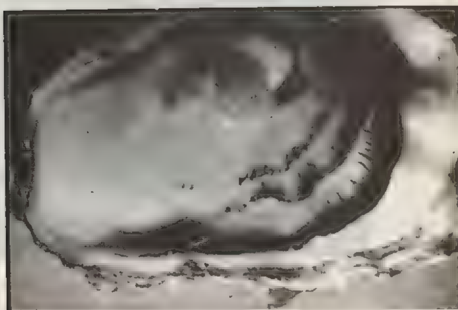
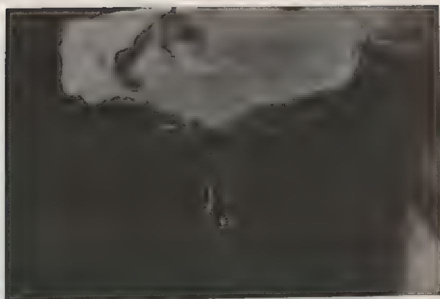


Figure 4

a)



b)



MOLLUSQUES MARINS DES COTES DE FRANCE COMMERCIALISES POUR LA CONSOMMATION

par H. CHEVALLIER (1), J. GRANIER (2) et A. LUCAS (3)

RESUME

Ce travail a pour but de dresser une liste des principales espèces de mollusques marins commercialisables des côtes de France et d'en donner, en plus du nom scientifique et de ses synonymes, les noms vernaculaires.

SUMMARY

MARINE MOLLUSCS OF THE FRANCH COASTS DEALED FOR FEEDING

This list has the purpose to give the common local names, the trade names and the scientific names (with the synonymy) of the edible species of Molluscs collected or breeded on the coasts of France and providing an appreciable trade.

°°°°

(1) Muséum Nat.Hist.Nat., Laboratoire de Biologie des Invertébrés Marins et Malacologie, 55, rue de Buffon, 75005 Paris.
(2) Muséum Requien, 67, rue Joseph Vernet, 84000 Avignon.
(3) Université de Bretagne occidentale, Laboratoire de Zoologie, Faculté des Sciences, 29383 Brest-Cedex.

Il nous est apparu utile de dresser la liste des Mollusques marins des côtes de France commercialisés pour la consommation, en indiquant, pour chaque espèce, la synonymie scientifique et la synonymie vernaculaire.

Les noms communs des coquillages comestibles varient très souvent d'une localité de pêche à l'autre ou d'un marché à l'autre. Toutefois, nous n'avons pas tenté d'établir une nomenclature régionale des noms vernaculaires : ceci nécessiterait une étude "ethnomalacologique" considérable.

En effet, si les noms varient géographiquement, ils changent également dans le temps. Ainsi, jusque vers 1960, la Coque (*Cerastoderma edule, C.glaucum*) était dénommée "palourde" ou "sourdon" aux marchés d'Arcachon et de Bordeaux ; actuellement, sous la pression sans-doute d'une normalisation nationale, le mot Coque a remplacé cette dénomination régionale prêtant trop à confusion.

Nous nous bornerons à indiquer les principaux noms vernaculaires employés, soit sur les côtes de l'Atlantique, Manche, Mer du Nord, soit sur les côtes de la Méditerranée. Les noms scientifiques francisés proposés par les malacologistes (LAMBERT, 1950, ARRECGROS, 1965) seront également signalés.

Parmi ces divers noms, nous en avons choisi un (ou parfois deux) qui apparaît le plus couramment utilisé, ou utilisable, pour désigner l'espèce. Pour ce choix, parfois difficile, nous avons suivi, soit les appellations du marché de Paris, soit les noms consignés dans les dictionnaires, soit ceux retenus par JOUBIN et LE DANOIS dans leur "Catalogue des animaux marins comestibles des côtes de France" (1925).

La synonymie scientifique s'appuiera, elle, sur divers ouvrages taxonomiques et faunistiques depuis le "Petit Atlas" de DAUTZENBERG (1913) jusqu'aux faunes récentes : ARRECGROS, 1965, TEBBLE, 1966 , Mc MILLAN, 1968, NORDSIECK, 1968-69, PARENZAN, 1970-74. Pour les *Tapetinae* (Palourdes et Clovisses), nous avons suivi la révision de FISCHER-PIETTE et METIVIER (1971).

Cette synonymie scientifique traduit, d'une part, les modifications apportées à la systématique, et, d'autre part, les efforts menés pour cerner l'entité zoologique que constitue l'espèce. En

systématique, beaucoup de genres anciens (*Murex,Cardium,Tapes,Pecten*) ont été démembrés. En taxonomie, certaines "espèces" sont tombées en synonymie : elles se sont révélées n'être que des variétés ou que des races géographiques. Inversement, certaines formes voisines ont été séparées et élevées au rang d'espèces, car elles présentaient entre elles des différences morphologiques (forme de la coquille, coloration de l'animal), écologiques (salinité des eaux de l'habitat), physiologiques (date de la période de reproduction) ou géographiques (distribution allopatrique). Cependant ces formes, très proches l'une de l'autre, présentant dans la nature une hybridation possible ou probable, n'ont pas une position taxonomique clairement définie : nous sommes en présence soit d'espèces jumelles, soit de sous-espèces (= races géographiques), soit de races écologiques (1). C'est le cas de *Cerastoderma edule et C.glaucum* , *Mytilus edulis et M.galloprovincialis*, *Crassostrea angulata*, *C.gigas et C.virginica*.

L'écologie des espèces sera, enfin, très brièvement indiquée d'après les données de MANGOLD (1963) pour les Céphalopodes et de MARS (1965), TEBBLE (1966) et GLEMAREC (1969) pour les Bivalves. Les techniques de pêche et d'élevage seront aussi signalées.

Abréviations : Syn. = synonymie, NR = noms vernaculaires régionaux, NS = noms vernaculaires scientifiques, NC = autres noms vernaculaires surtout utilisés en commercialisation, Atl.= côtes de l'Atlantique et (ou) de la Manche et (ou) de la Mer du Nord, Méd. = côtes méditerranéennes, BMVE = basses mers de vive eau.

Le Calmar flèche : *Ommastrephes sagittatus* Lmk. (Fig.1) Syn. = *Ommatostrephes sagittatus* = *Todarodes sagittatus* = *Sagittatus sagittatus*. *NR* (Atl.) : Calmar, Casseron. (Méd.) : Pissaïro, Totaro - Atl. et Méd., pélagique. Pêche au chalut (fonds de 200 à 800 m dans la Mer Catalane).

L'Encornet ou Calmar commun : *Loligo vulgaris* Lamarck (Fig.2). NR (Atl.) : Encornet, Cornet ; (Méd.) : Tautena, Glaújaú - Manche, Atl. et Méd., circalittoral et bathyal sup. Pêche au chalut.

(1) On se reportera en particulier à l'article de BERNARDI (1957) et à l'ouvrage de MAYR (1963) pour la définition et la notation de ces catégories taxonomiques.

Le Petit Encornet ou Chípiron : *Alloteuthis media* Linné (Fig.3). NR(Atl.) : Petit Encornet, Socquet. NC : Chípiron - Atl.et Méd., infralittoral et circalitt. Pêche au chalut.

La Seiche : *Sepia officinalis* Linné (Fig.5). NR(Atl.) : Seiche, Margade ; (Méd.) : Chichourle, Sépia, Supi - Manche, Atl. et Méd., infralittoral et circalitt., parfois près de la côte et dans les lagunes, surtout sur fonds sableux et sablo-vaseux. Pêche au chalut ou à la nasse.

La Sépiole : *Sepia elegans* d'Orbigny (Fig.6). NR(Méd.) : Sépietta, Sépiou, Sépioun, Supion. NC : Soupion. NS : Sépiole élégante. Manche, Atl. et Méd., circalittoral et bathyal sup. Pêche au chalut.

La Petite Sépiole : *Sepiola atlantica* d'Orbigny (Fig.7). Syn. = *Sepiola rondeleti* Leach = *Sepiola sepiola* Linné. NR(Atl.) : Souchot, Souchet ; (Méd.) : Supion, Sépioun, Sépietta... NC : Soupion. NS : Sépiole de Rondelet - Manche, Atl. et Méd., infralittoral inf., "herbiers à Posidonies" (MANGOLD). Pêche au chalut.

La Pieuvre ou le Poulpe : *Octopus vulgaris* Lamarck (Fig.4). NR(Atl.): Châtrou, Minard, Poulpe (de roche), Pieuvre ; (Méd.) : Pourpre, Pouffro, Poupro... - Manche, Atl. et Méd., infralittoral et circalittoral, parfois près de la côte, rare dans les lagunes, surtout sur fonds rocheux. Pêche à la ligne, à la foëne, " au pot" ou au chalut.

L'Elédone rousse : *Eledone aldrovandi* Rafinesque (Fig.10). Syn. = *Ozaena aldrovandi*. NR(Méd.) : Poulpe roux, Pourpre, Pouffro roux - Méd. : surtout pêchée et consommée sur la Côte d'Azur. Pêche au chalut ou "au pot".

L'Elédone musquée :*Eledone moschata* Leach (Fig.9). Syn. = *Eledona moschata*. NR(Méd.) : Poulpe musqué, Poulpe blanc, Muscardin, Pouffro blanc, Mouscarin, Nouscarin, Pourpre - Méd., infralittoral et circalittoral, surtout sur fonds vaseux et sableux. Pêche au chalut.

La Petite Elédone : *Eledone cirrhosa* Lamarck (Fig.8). Syn. = *Eledona octopodia* Pennant. NR(Méd.) : Poulpe blanc, Pourpre - Manche, Atl., et Méd., circalittoral et bathyal sup. Pêche au chalut.

L'Ormeau : *Haliotis tuberculata* Linné. NR(Atl.) : Ormeau, Silieu, Oreille de mer. NS : Haliotide commune, Haliotis. - Manche, Atl.

infralittoral, zones rocheuses. Pêche à pied aux BMVE - Il existe une sous-espèce en Méd. : *Haliotis tuberculata lamellosa* Lamarck, mais peu commercialisée, NR(Méd.) : Silirus, Ormié, Aurelha de Sant-Piarre (Oreille de St-Pierre).

Le Patelle : *Patella vulgata* Linné. NR(Atl.) : Bernique, Bernicle, Bernacle, Flie, Ran, Bassin, Jambe, Chapeau chinois. NS : Patelle vulgaire - Atl., médio-littoral sup. Pêche à pied.

Les Troques : *Monodonta lineata* da Costa(= *M.crassa* Pultney) et *Monodonta turbinata* Born(= *Trochocochlea turbinata*). NR(Atl.): Toupie. NC : Bigorneau gris. NS : Troque - Manche, Atl.pour *M.lineata* , Méd. pour *M.turbinata*, médiolittoral sup. Pêche à pied. Commercialisation limitée.

Le Bigorneau : *Littorina littorea* Linné. NR(Atl.) : Bigorneau, Vigneau, Brelin. NS : Littorine littorale - Manche, Atl., médio-littoral. Pêche à pied. Parcs de stockage ; ensemencement sur parcs à huîtres.

Le Rocher massue : *Murex brandaris* Linné. NR(Méd.) : Bious harpu, Beurou, Mùrisso, Rousséga, Roucas, Biou... NC : Escargot de Mer. NS : Murex droite-épine, Rocher épineux - Méd., sur fonds détritiques côtiers. Pêche au chalut ou "à la radasse" (vieux filet que l'on traîne).

Le Rocher à pourpre : *Trunculariopsis trunculus* Linné. Syn.= *Murex trunculus*. NR(Méd.) : Bious nègre, Pèbre, Beurou, Murisso, Roucas, Biou... NC : Escargot de Mer. NS : Rocher fascié - Méd., sur fonds détritiques côtiers. Même type de pêche que pour *Murex brandaris*.

Le Buccin ou Bulot : *Buccinum undatum* Linné. NR(Atl.) : Bulot, Ran, Calicoco. NS : Buccin ondé - Manche, Atl., infralittoral et circalittoral, sur divers fonds. Pêche à la drague ou pêche à pied aux BMVE.

L'Amande de Mer : *Glycymeris glycymeris* Linné. Syn. = *Pectunculus glycymeris* ; var.= *P. pilosus* Linné. NR (Atl.) : Amande de mer ; (Méd.) : Amenda de Mar, Amenla, Bouffiga. NS : Pétoncle large, Pectoncle - Manche, Atl. et Méd., infralittoral et circalittoral(jusqu'à 73 m) ; Méd. : "sables grossiers et fins graviers, sable coquiller à 30 m"(MARS) ; Atl. : "gravellicole, grosses gravelles côtières et coquillères - var. *pilosus* = sabulicole tolérante, sables à *Ditrupa*"

(GLEMAREC). Pêche à la drague.

La Moule commune : *Mytilus edulis* Linné. NR(Atl.) : Charron, Moule. NC : Moule de bouchot, Moule de Hollande. NS : Moule comestible - Manche, Atl., médiolittoral et infralittoral., rochers littoraux,fonds rocailleux ou rocaillovaseux. Elevage sur bouchots ou à plat.

La Moule de Méditerranée : *Mytilus galloprovincialis* Lamarck. NR(Méd.) Muscle, Meuscle. NC : Moule de Bouzigues, Moule d'Espagne. NS : Moule de Provence - Manche, Atl. et Méd., médiolittoral et infralittoral. Elevage en cultures suspendues.

La Moule rouge : *Modiolus barbatus* Linné. Syn.= *Modiola barbata*. NR(Atl.) : Moule rouge. NS : Modiole barbue - Atl. et Méd., médiolittoral à circalittoral, fonds rocailleux, fonds à Laminaires, jusqu'à 109 m (TEBBLE). Pêche à pied, occasionnellement à la drague ou en plongée.

L'Huître plate : *Ostrea edulis* Linné. Syn. = *O. lamellosa* auct. = *O.adriatica* Lamarck = *O.cristata* Born. NR(Atl.) : Gravette(juv.), Belon, (Huître de) Marennes, Pied de Cheval (grands individus du large = race particulière ?) ; (Méd.) : Huître, Huîtro, Ustri, Péd dé Biou (Pied de Boeuf). NS : Huître comestible - Manche, Atl. et Méd. "infralittoral et circalittoral, entre 20 et 40 m, au large des petits cours d'eau côtiers, ex. isolés jusqu'à 80 m"(MARS), vases côtières, sables coquilliers, eaux euhalines et polyhalines (31 0/00 - min.: 24 0/00). Elevage en cultures suspendues, surélevées ou à plat.

L'Huître creuse portugaise : *Crassostrea angulata* Lamarck. Syn. = *Gryphaea angulata*. NR(Atl.) : Huître creuse, (Huître) Portugaise. NS : Gryphée anguleuse - Originaire de l'embouchure du Tage ; introduite en Méd., médiolittoral, fonds vaseux ou rocailleux vasards, eaux polyhalines (28 0/00). ; introduite vers 1860 dans le Bassin d'Arcachon pour y être cultivée . Elevage en cultures suspensues, surélevées ou à plat. Espèce décimée par des épizooties de 1967 à 1970.

L'Huître creuse japonaise: *Crassostrea gigas* Thunberg. NR(Atl.) : Huître creuse, (Huître)Japonaise, Huître du Pacifique - Originaire du Pacifique Nord (élevée au Japon et en Colombie Britannique) ; introduite en 1969 dans la région de Marennes et en 1970-71 dans le Bassin d'Arcachon pour remplacer l'Huître Portugaise. Médiolittoral, eaux

polyhalines (26 0/00 - min. : 17 0/00). Elevage en cultures suspendues, surélevées ou à plat.

La Coquille Saint-Jacques : *Pecten maximus* Linné. NR(Atl.) : Coquille St-Jacques, Vanne, Grande Vanne, Pélerine, Ricardeau. NS : Grand Peigne - Manche, Atl., infralittoral et circalittoral (jusqu'à 109 m), fonds sableux. Pêche à la drague.

La Coquille Saint-Jacques de Méditerranée : *Pecten jacobaeus* Linné. NR(Méd.) : Coquille St-Jacques, Coquilla San-Jaco, Coupo-Santo, Pelerina. NS : Peigne de Jacob - Méd., circalittoral, fonds détritiques côtiers. Pêche au chalut ou à la drague.

Le Vanneau : *Aequipecten opercularis* Linné. Syn. = *Pecten opercularis* = *Chlamys opercularis*. NR(Atl.) : Vanneau, Vanne ; (Méd.): Pageline, Pagélina, Pachélino - Manche, Atl. et Méd., circalittoral (jusqu'à 183 m), fonds détritiques côtiers. Pêche à la drague.

Le Pétoncle : *Chlamys varia* Linné. Syn.= *Pecten varius*. NR(Atl.): Pétoncle. NS : Peigne variable - Manche, Atl. et Méd., du médiolittoral au circalittoral (jusqu'à 82 m), sables, sables vaseux, sables grossiers. Pêche à pied ou à la drague.

La Coque : *Cerastoderma edule* Linné (=*Cardium edule*) et *Cerastoderma glaucum* Bruguière (=*Cardium edule*, var.*glaucum*). NR(Atl.) : Coque, Maillot, Sourdon, Rigadot, Hénon ; (Méd.) : Bigon, Bigoun, Bigou, Crouveu, Capellan. NS : Bucarde comestible - Atl.pour *C.edule* : médiolittoral à eaux euhalines ; Manche, Atl. et Méd. pour *C.glaucum* : médiolittoral à eaux polyhalines, sables vasards. Pêche à pied.

La Coque rouge : *Acanthocardia tuberculata* Linné. Syn.= *Cardium tuberculatum* . NR(Atl.) : Coque rouge, Langue rouge, Grande Coque ; (Méd.) : Grand Bigoun, Amenla, Nosa. NS : Bucarde à tubercules - Manche, Atl. et Méd., médiolittoral et infralittoral, sables, sables vaseux, graviers. Pêche à pied ou à la drague, occasionnellement chalutée.

La Coque épineuse : *Acanthocardia aculeata* Linné. Syn.= *Cardium aculeatum*. NR(Atl.) : Coque épineuse ; (Méd.) : Grand Bigoun, Amenla, Nosa. NS : Bucarde épineuse - Méd., rare en Atl., infralittoral et circalittoral, graviers. Pêche à pied ou à la drague.

La Coque plate : *Dosinia exoleta* Linné. Syn.= *Artemis exoleta*. NR(Atl.) : Coque plate, Palourde plate. NS : Artémis exolète, Dosinie-

Manche, Atl. et Méd., infralittoral et circalittoral(jusqu'à 73m), "sabulicole-gravellicole, gravelles infra- et gravelles envasées du large" (GLEMAREC). Pêche à la drague (peu pêchée en Méd.).

Le Verni : *Callista chione* Linné. Syn.= *Meretrix chione* = *Cytherea chione*. NR (Atl.) : Verni, Palourde vernie - Atl. et Méd., infralittoral et circalittoral (jusqu'à 128 m),"sabulicole propre. Sables grossiers côtiers " (GLEMAREC). Pêche à la drague ou à pied aux BMVE.

La Praire : *Venus verrucosa* Linné. NR(Atl.): Praire ; (Méd) : Preire double. NS : Vénus à verrues - Manche, Atl. et Méd., infralittoral (descend jusqu'à 100 m), "gravellicole-mixticole. Gravelles sales et sédiments mixtes infralittoraux" (GLEMAREC),"herbiers à Posidonies" (MARS). Pêche à la drague, parfois à pied.

Le Clam : *Mercenaria mercenaria* Linné. Syn.= *Venus mercenaria*. NR(U.S.A.) : Hard Clam - Originaire de la côte est des U.S.A. ; introduit vers 1910 dans la région de l'embouchure de la Seudre ; s'est acclimaté également en Bretagne sud. Vases et sables mous des estuaires. Pêche à pied. Quelques élevages à partir de naissain d'écloseries.

La Palourde : *Ruditapes decussatus* Linné (Fig.11). Syn.= *Tapes decussatus* = *Venerupis decussata*. NR(Atl.) : Palourde, Clovisse ; (Méd.) : Clauvissa, Bourdigo, Arceli. NS : Tapés croisé - Manche, Atl. et Méd., médiolittoral et infralittoral, sables vasards. Pêche à pied.

La Palourde japonaise : *Ruditapes philippinarum* Adams et Reeve (Fig.12). Syn.= *Venerupis semidecussata* Reeve - Originaire du Pacifique, cette espèce est en voie d'introduction sur les côtes de France. Quelques élevages à partir de naissain d'écloseries.

La Palourde rose : *Tapes rhomboides* Pennant (Fig.13). Syn.= *Venerupis rhomboides* . NS : Tapés losangique - Manche, Atl., plus rare en Méd., " ubiquiste. Gravelles sales et sédiments mixtes infra - et côtiers où il témoigne de la présence du maërl - vasières côtières" (GLEMAREC) ;"jusqu'à 100 fathoms : 183m" (TEBBLE). Pêche à la drague.

Le Clovisse : *Venerupis corrugata* Gmelin (Fig.14). Syn. = *Tapes pullastra* Montagu = *Tapes saxatilis* Fleuriau ; var.= *Tapes geographicus* Gmelin (Fig.14b). NR(Atl.) : Clovisse, Palourde ; (Méd.): Clauvissa, Bourdigo, Arceli. NS : Tapès poulette, Tapès géographique- Manche, Atl., infralittoral (jusqu'à 36 m), "sédiments mixtes et sables grossiers " (GLEMAREC) ; var. *geographica* en Méd. Pêche à pied ou à la drague.

Le Clovisse jaune : *Venerupis aurea* Gmelin (Fig.15). Syn.= *Tapes aureus* = *Tapes texturatus* Lamarck = *Tapes floridus* Lamarck. NR(Atl.): Palourde jaune, Palourde dorée, Clovisse jaune ; (Méd.) : Clauvissa, Bourdigo, Arceli. NS : Tapès doré, Tapès tissé - Manche, Atl. et Méd., infralittoral (jusqu'à 36 m), "sédiments mixtes et sables grossiers" (GLEMAREC), également dans les lagunes. Pêche "à la clovissière" (petite drague) ou à pied.

L'Olive de Mer ou Telline : *Donax trunculus* Linné. NR(Atl.) : Olive, Lusette, Fliot, Haricot de Mer, Lagagnon ; (Méd.) : Telline, Tellina, Parpailloun, Teniho. NS : Donace - Atl. et Méd., médiolittoral, plages de sable, "sabulicole fine - sables fins infralitt. (naissain), les adultes vivant dans la zone de déferlage " (GLEMAREC). Pêche à pied (épuisette spéciale) ou "au tellinier" (drague spéciale : en Méd.). Deux espèces voisines, à écologie assez semblable, peuvent être aussi récoltées et vendues sous les mêmes noms : *Donax vittatus* da Costa = *D.anatinus* Lamarck (en Atl.) et *Donax variegatus* Gmelin (en Atl. et Méd.).

Le Lavignon : *Scrobicularia plana* da Costa. Syn. = *S.piperata* Poiret. NR(Atl.) : Lavignon, Palourde plate, Lavagnon. NS : Scrobiculaire poivré - Atl. et Méd., médiolittoral, "zone littorale, sables vaseux et vase près des estuaires et baies abritées, étangs littoraux"(MARS). Pêche à pied.

La Mactre : *Mactra glauca* Linné. NR(Atl.) : Blanchet, Flie, Flas ; (Méd.) : Amenla, Grande Telline - Atl. et Méd., infralittoral, sables fins. Pêche à la drague ou à pied aux BMVE. La Petite Mactre (*Mactra corallina* Linné) peut être aussi récoltée (surtout en Méd.).

La Palourde du large : *Spisula solida* Linné. Syn.= *Mactra solida* NR(Atl.) : Palourde du large - Atl., infralittoral, "sabulicole-

gravellicole. Sables moyens et grossiers infralittoraux" (GLEMAREC). Pêche à la drague, occas. chalutée.

La Mye ou Clanque : *Mya arenaria* Linné. NR(Atl.) : Clanque, Bec-de-Jar, Bedjar. NS : Mye des sables - Atl., vase grise des estuaires, "descend parfois jusqu'à environ 40 fathoms : 73 m" (TEBBLE). Pêche à pied.

°°°°°°

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ARRECGROS, J., 1965 - Coquillages marins, PAYOT édit.(*Coll. Petits Atlas Payot n°33), Lausanne, 64 p., I9I fig.*

BERNARDI, G., 1957 - Contribution à l'étude des catégories taxonomiques : II. Les Règles internationales de la Nomenclature Zoologique et la notation des catégories taxonomiques, *Bull.Soc.ent.France, 62, 224-250.*

DAUTZENBERG, P;, 1913 - Atlas de poche des Coquilles des Côtes de France; Léon LHOMME édit.(*Coll.Bibl.de poche du Nat., n°VI), Paris, 153 p., pl., 235 fig.*

FISCHER-PIETTE, E. et METIVIER, B., 1971 - Révision des *Tapetinae* (Mollusques Bivalves), *Mém.Mus.Nat.Hist.Nat., nlle sér., sér.A (Zool.), 7I, I06 p., I6 pl.*

GLEMAREC M., 1969 - Les peuplements benthiques du plateau continental Nord-Gascogne, *Thèse (Fac. Sc.Paris), édit.offset Fac.Sc.Brest, 167 p. + cartes.*

JOUBIN, L. et LE DANOIS, E., 1925 - Catalogue illustré des animaux marins comestibles des côtes de France et des mers limitrophes avec leurs noms communs français et étrangers. Seconde partie. Poissons cartilagineux, Mollusques, Crustacés, etc. *Blondel La Rongery édit., Paris, 196 p. (Mém.O.S.T.P.M., sér.sp., n°2).*

LAMBERT, L., 1950 - Les coquillages comestibles. Huîtres, Moules, Coquillages variés, P.U.F. édit.(*Coll."Que sais-je ?") Paris, 128 p.*

Mc MILLAN, N., 1968 - British Shells, *Frederick Warms & C°., London-New York, I96 p., 80 pl.*

MANGOLD-WIRZ, K., 1963 - Biologie des Céphalopodes benthiques et nectoniques de la Mer Catalane, *Herman Paris, 285 p., 4 pl., 2 cartes (extrait de Vie et M., n° I3).*

MARS, P., 1965 - Faune marine des Pyrénées Orientales (V) Mollusques Aplacophores, Polyplacophores, Scaphopodes et Bivalves, *Masson édit., Paris, I56 p. (suppl. à Vie et M., XV,4).*

MAYR, E., 1963 - Animal Species and Evolution, *Harvard University Press* - Edit.fr.(1974) : Populations, espèces et évolution.

NORDSIEK, F., 1968-1969 - Die europäishen Meeres-Gehäuseschnecken *(Prosobranchia)*, 1968 : *273 p.*- Die Europäischen Meeresmuscheln *(Bivalvia)*, 1969 : *256 p.;Gustav Fischer édit., Stuttgart.*

PARENZAN, P., 1970-1974 - Carta d'identita delle conchiglie del Mediterranea, 1970 : *vol. I, Gasteropodi, 283 p. ; 1974:vol.II(I), Bivalvi,277. ; Bios Taras édit., Taranto.*

TEBBLE, N., 1966 - British Bivalve Seashells. A Handbook for Identification, *Trust.Br.Mus.(Nat.Hist.) édit. London, 2I2 p., I2 pl., II0 fig.*

ooooo

LEGENDE DES FIGURES

Figures 1 - 10 : Céphalopodes

Figure 1 - Le Calmar flèche *(Ommastrephes sagittatus)*
Figure 2 - L'Encornet ou Calmar commun *(Loligo vulgaris)*
Figure 3 - Le Petit Encornet ou Chipiron *(Alloteuthis media)*
Figure 4 - La Pieuvre ou Poulpe *(Octopus vulgaris)*
Figure 5 - La Sèche *(Sepia officinalis)*
Figure 6 - La Sépiole *(Sepia elegans)*
Figure 7 - La Petite Sépiole *(Sepiola atlantica)*
Figure 8 - La Petite Elédone *(Eledone cirrhosa)*
Figure 9 - L'Elédone musquée *(Eledone moschata)*
Figure 10 - L'Elédone rousse *(Eledone aldrovandi)*

Figures 11 - 15 : *Tapetinae*
(Palourdes et Clovisses)

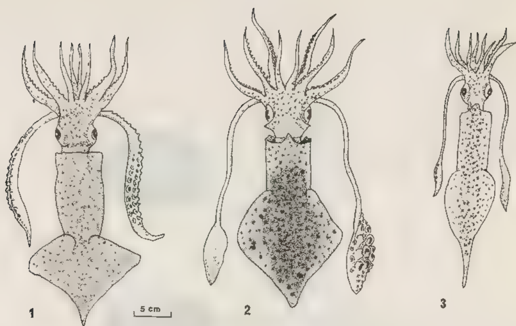
Figure 11 - La Palourde *(Ruditapes decussatus)* . Intérieur des valves souvent teinté de jaune.

Figure 12 - La Palourde japonaise *(Ruditapes philippinarum)*. Intérieur des valves souvent teinté de violet.

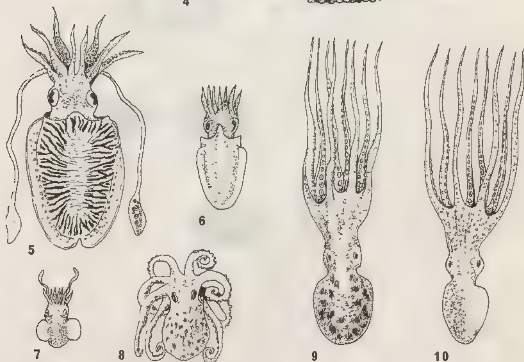
Figure 13 - La Palourde rose *(Tapes rhomboides)*

Figure 14 - Le Clovisse (*Venerupis corrugata*), a : forme atlantique, b : variété *geographica* de la Méditerranée (= *Tapes geographicus).*

Figure 15 - Le Clovisse jaune (*Venerupis aurea)*

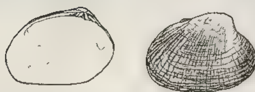

1
5 cm
2
3


4


5
6
7
8
9
10



11



12



13



14



15

T H E M E IV

POLLUTION DES MOLLUSQUES

EFFETS DES METAUX LOURDS SUR LES EMBRYONS ET LES ADULTES DE BIVALVES MARINS

par Anthony CALABRESE(1)

RESUME

Les métaux lourds ont été depuis longtemps reconnus comme de sérieux polluants de l'environnement marin. Dans les récentes années un effort considérable de recherche a été entrepris pour déterminer leurs effets sur les animaux marins. Le présent exposé a pour but de décrire les résultats obtenus au Laboratoire de Milford, sur les effets des métaux lourds sur les embryons et adultes de Bivalves marins. Des expériences ont été menées pour déterminer la toxicité aigüe des métaux sur les embryons de l'huître américaine *Crassostrea virginica*, du clam *Mercenaria mercenaria*. Nous avons aussi étudié la réponse physiologique de la mactre *Spisula solidissima*, du pétoncle *Argopecten irradians*, de la moule commune *Mytilus edulis*, de la mye *Mya arenaria*, de l'huître américaine et du clam vis-à-vis de divers métaux.

Les résultats de ces études peuvent être résumés comme suit :

La toxicité aigüe de 11 métaux vis-à-vis des embryons de l'huître américaine a été étudiée et la concentration à laquelle 50 % des embryons survivent a été déterminée. Les métaux les plus toxiques sont le mercure, l'argent, le cuivre et le zinc. Le nickel, le plomb

(1) National Marine Fisheries Service
Middle Atlantic Coastal Fisheries Center
Milford Laboratory
Milford, Connecticut 06460 - U.S.A.

et le cadmium le sont moins. Les métaux qui sont le moins toxiques sont l'aluminium, l'arsenic, le chrome et le manganèse (CALABRESE et al., 1973).

Testés sur les embryons de clam, les métaux ont montré la toxicité suivante par ordre décroissant : Mercure zinc nickel plomb (CALABRESE et NELSON, 1974).

Des pétoncles juvéniles ont été exposés au métaux pendant 96 heures et la concentration en métaux qui tue 50 % des animaux a été déterminée. L'argent et le mercure ont été les plus toxiques, tandis que le cadmium et l'arsenic l'étaient moins. Les pétoncles exposées aux doses sublétales de cadmium et d'argent, ont montré une consommation d'ocygène significativement plus élevée que celle des témoins. Des exemplaires de pétoncle ont aussi été préparés pour l'analyse de la bioaccumulation métallique (NELSON et al., sous presse).

Des larves, des juvéniles et des adultes de mactre ont été exposés aux concentrations sublétales d'argent. A la fin de chaque période d'exposition, on a effectué des mesures de consommation d'oxygène pour chacune des 3 catégories étudiées. Une consommation accrue d'oxygène sous l'effet de l'argent, a été constatée pour chacune de ces catégories. Le mouvement des valves de la mactre a été étudié chez les adultes et l'on a constaté une activité rythmique plus rapide chez les mactres exposées que chez les témoins. Des études de bio-concentration ont montré une rapide accumulation d'argent dans les tissus de branchies et du corps, avec une concentration d'argent 4 fois supérieure dans les branchies que dans les autres tissus de l'animal (THURBERG et al., 1975).

Des huîtres, des clams, des moules et des myes ont été exposés à des doses sublétales d'argent pendant 96 h à des salinités différentes, pour mesurer les variations de la consommation d'oxygène. Dans la plupart des cas, la consommation d'oxygène a été élevée à différents degrés, en fonction de la salinité (THURBERG et al., 1974).

SUMMARY

EFFECTS OF HEAVY METALS ON EMBRYONIC AND ADULT MARINE BIVALVES

Heavy metals have long been recognized as serious pollutants

of the marine environment. In recent years considerable research effort has been placed on determining the effects of these metals on marine animals. This presentation is made to describe the findings of the Milford laboratory on the effects of heavy metals on embryonic and adult marine bivalves. Experiments have been conducted to determine the acute toxicity of metals on survival of embryos of the American oyster, *Crassostrea virginica*, and hard clam, *Mercenaria mercenaria*. Also, we have determined the physiological response of the surf clam, *Spisula solidissima* : scallop, *Argopecten irradians* : blue mussel, *Mytilus edulis* : soft-shell clam, *Mya arenaria* : American oyster : and hard clam to various metals.

The results of these studies are summarized below.

The acute toxicity of 11 heavy metals to embryos of the American oyster was studied and the concentrations at which 50 % of the embryos survived were determined. The most toxic metals were mercury, silver, copper, and zinc. Those metals that were less toxic were nickel, lead, and cadmium. The metals that were least toxic were aluminum, arsenic, chromium, and manganese (CALABRESE et al., 1973).

In tests with hard clam embryos, the metals, in decreasing order of toxicity, were as follows : mercury silver zinc nickel and lead (CALABRESE & NELSON, 1974).

Juvenile scallops were exposed to metals for 96 hours and the metal concentrations which killed 50 % of the animals were determined. Silver and mercury were the most toxic, while cadmium and arsenic were less toxic. Scallops exposed to sublethal levels for cadmium and silver exhibited significantly higher oxygen consumption rates than control scallops. Scallop samples were also prepared for metal-uptake analyses (NELSON et al., in press).

Larval, juvenile, and adult surf clams were exposed to sublethal concentrations of silver. At the end of each exposure period, oxygen-consumption measurements were made on clams from each of these life stages. Silver-induced elevations in oxygen consumption were observed for each life stage. Valve movement studies were conducted on adult clams, and more rapid rhythmic activity was observed in exposed clams than in control animals. Silver-

uptake studies demonstrated rapid accumulation of silver in gill and body tissues, with gills concentrating four times as much silver as body tissues (THURBERG et al., 1975).

Oysters, hard clams, mussels, and soft-shell clams were exposed to sublethal levels of silver for 96 hours at various salinities for measurement of changes in oxygen consumption. In most instances oxygen consumption was elevated to varying degrees, dependent on salinity (THURBERG et al., 1974).

ooooo

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

CALABRESE, A., COLLIER, R.S., NELSON, D.A., and MacINNES, J.R., 1973 - The toxicity of heavy metals to embryos of the American oyster *Crassostrea virginica*. *Mar. Biol. 18 (3)*, 162-166.

CALABRESE, A. and NELSON, D.A., 1974 - Inhibition of embryonic development of the hard clam, *Mercenaria mercenaria*, by heavy metals. *Bull. Environ. Contam. and Toxicol. 11 (1)*, 92-97.

NELSON, D.A., CALABRESE, A., NELSON, B.A.,MacINNES,J.R., and WENZLOFF,D.R., 1976 - Biological effects of heavy metals on juvenile bay scallops, *Argopecten irradians*, in short-term exposures. *Bull. Environ. Contam. and Toxicol., 16 (3)* (in press).

THURBERG, F.P., CALABRESE, A. and DAWSON, M.A., 1974 - Effects of silver on oxygen consumption of bivalves at various salinities. In Vernberg, F.J. and Vernberg, W.B. (Eds), *Pollution and the Physiology of Marine Organisms*, 67-78. *Academic Press, N.Y.*

THURBERG, F.P., DAWSON, M.A., CABLE, W.D., MacINNES, J.R. and WENZLOFF, D.R., 1975 - Respiratory response of larval, juvenile and adult surf clams, *Spisula solidissima* to silver. In Cech, J.J., Bridges, D.W. and Horton, D.B. (Eds), Respiration of Marine Organisms, 41-52. *TRIGOM, Portland, Maine.*

HALIOTIS Vol. 5 1975 (1976)

REMARQUES METHODOLOGIQUES SUR L'EMPLOI DES LARVES DE MOULE COMME TESTS BIOLOGIQUES

par A. LUCAS (1)

SUMMARY

METHODOLOGICAL REMARKS ON THE USE OF MUSSEL LARVAE AS BIOASSAYS

Mussel larvae are good experimental material, because they can be obtained at any time in the year and their rearing is simple. The larvae are more sensitive than adults to toxic substances and their reactions to these substances are not perturbed by effects of adaptation, behaviour or reproduction. Nevertheless, experiments must be undertaken on numerous larvae (about 10 000) and results will need statistical interpretation. During a normal rearing experiment, there is a certain mortality, so the classical tests such as L C 50 and L T 50, must be used with circumspection. There is a very strong influence due to the experimental conditions, so, only comparison with a control, in the same condition and from the same genitors, is valid. As *Mytilus edulis* is a polymorphic species with many physiological strains, the comparison between bibliographical data is irrelevent.

(1) Université de Bretagne Occidentale
Laboratoire de Zoologie - Faculté szq Sciences - 29283 BREST CEDEX.

Quelques bivalves marins ont été sélectionnés comme tests biologiques , parce que ce sont des espèces sensibles aux caractéristiques du milieu. C'est à ce titre que JENKINS (1971) retient *Mytilus edulis* et *Crassostrea gigas*, parmi les espèces qu'il a sélectionnées comme "Bioassays as sentinel organisms", où ne figurent que 6 invertébrés marins. Pour ces espèces, tous les stades de développement : oeufs, larves, juvéniles, adultes, peuvent être utilisés. Nous limiterons la présente étude au cas des larves de *Mytilus edulis*, en examinant successivement les avantages présentés par ce matériel biologique et les précautions à prendre pour son utilisation.

I - AVANTAGES DE L'ESPECE :

Selon JENKINS (1971) le cosmopolitisme et l'abondance sont les 2 premières qualités requises pour une espèce indicatrice.

A priori *Mytilus edulis* apparait effectivement comme une espèce·cosmopolite, puisque, bien connue en Europe, elle existe aussi en Amérique et en Asie, mais cette qualification demande à être nuancée, comme nous le verrons ultérieurement. Par contre, l'abondance est une caractéristique incontestable de la moule, qui vit en bancs très denses, dans la quasi-totalité des biotopes où elle se développe.

Une autre qualité fondamentale pour une telle espèce est d'être disponible à toute époque de l'année, de façon à éviter les temps morts dans les expérimentations. Lorsqu'on travaille sur les larves, cela signifie que la reproduction doit être possible en permanence. Cette exigence est satisfaite chez les Bivalves grâce au conditionnement des géniteurs. Cependant, l'usage de cette technique s'est révélée inutile pour les moules originaires de la Rade de Brest, chez lesquelles, à l'état naturel, la maturité sexuelle est quasi-permenente à toute époque de l'année.

Sur le plan expérimental, *Mytilus edulis* présente encore d'autres avantages : abondance des ovocytes qui sont de l'ordre de quelques millions par ponte, facilité des émissions provoquées par la

stimulation thermique, robustesse des larves, dont l'élevage est aisé par rapport à celui des autres espèces de Bivalves.

Tous ces avantages expliquent l'usage fréquent des larves de moules comme tests biologiques, notamment en molysmologie marine et en conchyliculture expérimentale.

II - AVANTAGES DES LARVES.

Par rapport à l'adulte, le stade larvaire des Bivalves présente des avantages précis :

1 - Les individus testés, en raison de leur jeunesse, n'ont pas acquis une certaine adaptation vis-à-vis de telle ou telle substance, ce qui peut arriver chez des adultes par suite de leurs antécédents avant l'expérimentation. Par exemple pour les adultes, BELLAN (1974) distingue 3 cas :"*Mytilus gallo provincialis* collected from unpolluted, little polluted or heavily polluted waters".

2 - Le comportement des larves de Bivalves, qui nagent avec un vélum déployé, n'est généralement pas perturbé par des doses faibles de substance toxique, contrairement aux adultes qui ont tendance à fermer leurs valves et donc à supprimer tout contact avec la substance testée.

3 - Les larves ne subissent aucune perturbation physiologique du fait de la reproduction, alors que ce phénomène est intense chez les adultes.

4 - Il est très facile de reconnaître les larves mortes par examen microscopique, les valves étant transparentes. Au contraire, chez l'adulte la connaissance de la mort n'est qu'approximative et basée sur des tests arbitraires. Par exemple : "cessation of function of the adductor muscles and the complete inactivation of the mantle edge muscles" (Swedmark, 1974).

III - PRECAUTIONS CONCERNANT L'ESPECE :

Mytilus edulis est une espèce polymorphe et son polymorphisme est aussi bien de nature physiologique que morphologique.

La distinction de *Mytilus edulis* par rapport aux espèces voisines diffère selon les auteurs. Ainsi, d'après SootRyen (1955) *Mytilus diegensis* de Californie se rapporte à *Mytilus edulis*. Il en

serait de même de différentes espèces du Pacifique.

En Europe, la distinction entre *Mytilus edulis* et *Mytilus galloprovincialis* n'est pas admise par tous les auteurs. Cependant, les travaux taxonomiques de Seed (1971) ont apporté des arguments en faveur de l'existence des 2 espèces. Mais, cette distinction est des plus délicates lorsque les espèces sont sympatriques, car il existe une forte proportion d'individus intermédiaires, comme l'a reconnu Seed lui-même (1974). Enfin l'accord des spécialistes n'est pas unanime sur tous les caractères distinctifs, par exemple, SEED (1974) attribue la forme angulaire du bord dorsal à *M. edulis*, tandis que LUBET (1973) l'attribue à *M. galloprovincialis*.

Sans aller plus loin dans ces considérations de systématique, nous tirerons les conséquences suivantes :

- Le statut géographique de *M. edulis* est mal connu, puisque le doute subsiste entre variétés géographiques et espèces voisines et qu'à cela se superpose des introductions mal contrôlées de moules européennes dans des régions lointaines, par exemple, au Japon ou en Corée. Inversement, des moules japonaises ont été involontairement introduites en France à la faveur d'importations de naissain d'huîtres sur collecteurs.

- Il est exceptionnel que les biologistes, travaillant sur l'espèce, prennent des garanties taxonomiques. On ne peut donc attribuer un sens précis à la nomenclature employée, qui ne désigne en fait, qu'un "groupe-espèce". Comme on sait que ce groupe-espèce est doué d'un polymorphisme physiologique accentué, il serait hasardeux d'établir des comparaisons entre des résultats obtenus sur des populations différentes de *M. edulis*, en particulier, entre celles d'Europe, du Japon et des côtes Pacifique et Atlantique d'Amérique du Nord.

- Pour atténuer l'incertitude, il serait souhaitable que les expérimentateurs donnent sommairement les caractères géographiques, bathymétriques et écologiques des populations de moules qu'ils étudient.

IV - PRECAUTIONS CONCERNANT LES ELEVAGES.

Dans les élevages de larves, les modes opératoires influencent énormément les résultats. C'est pourquoi, dans chaque série expé-

rimentale, tous les individus, issus d'un même couple de géniteurs, doivent subir strictement les mêmes conditions, à l'exception du facteur étudié. Les résultats ne peuvent être analysés que par rapport à un témoin de la même série. En effet, d'une série à l'autre, les témoins n'ont jamais les mêmes scores. Il n'y a donc pas de standard de référence préétabli.

D'autre part, chaque élevage doit avoir une réplique : si les résultats obtenus sur deux élevages similaires sont significativement différents, l'expérience doit être refaite.

Chez les Bivalves, les élevages, même en volume réduit de 1 ou 2 l, doivent comporter une densité de 1-20 larves par ml. Ceci conduit à réaliser des expériences portant sur environ 10 000 individus et non pas 50, comme cela a été le cas pour des expériences sur des larves d'*Ostrea edulis* (CONNOR, 1972). Il va de soi que les données obtenues doivent être traitées statistiquement.

Beaucoup de tests sur les larves de Bivalves ne sont pas valables, car ils sont réalisés sur des animaux en état de survie précaire : avant de se lancer dans des expérimentations, il est nécessaire d'avoir acquis la maitrise totale des élevages.

Cependant, malgré toute l'habileté de l'expérimentateur, il y a toujours une certaine mortalité dans les élevages larvaires. Beaucoup d'auteurs considèrent que cette mortalité inévitable des témoins peut être assimilée à une mortalité nulle. Les indices classiques de toxicologie comme L C 50 et LT 50, sont alors calculés sans qu'on tienne compte de la mortalité des témoins, même quand elle est considérable. Nous estimons que cette façon de procéder est contestable.

Dans toute expérimentation sur des larves, nous pensons que lorsque la mortalité des témoins atteint 50 %, les résultats perdent toute signification. Pour cette raison, il est rare que les expériences sur les larves puissent être poursuivies plus de 10-15 jours.

Sur les larves, il est plus judicieux de réaliser des expériences portant sur des doses sublétables, dont les effets, établis statistiquement, sont évalués à l'aide de divers paramètres physicologiques tels que le taux de croissance, l'intensité respiratoire, l'acti-

vité enzymatique, etc...

Nous terminerons par une remarque valable pour toute espèce aquatique. Dans le milieu confiné où se trouvent les individus testés, l'influence de la qualité de l'eau ou de la nourriture qui est inséparable de l'eau, est considérable. En effet, si, à l'insu de l'expérimentateur, le milieu contient telles ou telles substances, il peut s'établir une interférence avec la substance testée (synergie par exemple). Dans le cas des analyses fines, l'eau ne peut jamais être considérée comme un intermédiaire neutre vis-à-vis des animaux aquatiques. Cela nous montre que les tests établis sur eux sont plus difficiles à interpréter que ceux établis sur des animaux terrestres.

oooooo

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BELLAN, G., 1974 - Toxicity testing at the station marine d'Endoume, p. 63-67, in Ecological aspects of toxicity testing of oils and dispersants, BEYNON, L., and COLWELL, E., ed. *Applied Sciences Publishers, Barking, Essex. England. 149 p.*

CONNOR, P., 1972 - Acute toxicity of heavy metals to some marine larvae. *Mar. Poll. Bull. 3 (12) : 190-192.*

JENKINS, D., 1971 - Global biological monitoring p. 351-370, in Man's impact on terrestrial and oceanic ecosystems, W. MATTHEWS, F. SMITH and E. GOLDBERG Ed. *The MIT Press, Cambridge Mass. USA 540 p.*

LUBET, P., 1973 - Exposé synoptique des données biologiques sur la moule *Mytilus galloprovincialis* (LAMARCK, 1819). *Synopsis FAO sur les pêches n° 88. FAO, Rome-pag.var.*

SEED, R., 1971 - A physical and biochimical approach to the taxonomy of *Mytilus edulis* L. and *M. galloprovincialis* Lmk from S.W. England. *Cahiers de biologie marine, 12 : 291 - 322.*

SEED, R., 1974 - Morphological variations in *Mytilus* from the Irish coasts in relation to the occurence and distribution of *M. galloprovincialis* Lmk. *Cahiers de biologie marine, 15 : 1-25.*

SOOT-RYEN, T., 1955 - A report on the family Mytilidae (Pelecypoda). *Rep. Allan Hancock Pac. Exped., 20 (1) : 1-174.*

SWEDMARK, M., 1974 - Toxicity testing at Kristineberg zoological station. p. 41-51, in Ecological aspects of toxicity testing of oils and dispersants, BEYNON L, and COLWELL E. ed. Applied *Science Publishers, Barking, Essex. England. 149 p.*

HALIOTIS Vol. 5 1975 (1976)

ASPECTS DU METABOLISME MINERAL CHEZ *Patella Vulgata*(L.)

par R.A. CHAISEMARTIN et C.CHAISEMARTIN (1)

RESUME

Les sites préférentiels d'accumulation, organe ou tissu, des ions métalliques cuivre, zinc et fer sont analysés chez deux populations de *Patella vulgata* (L.) choisies en fonction de leur mode de vie différent et du niveau des marées. Récoltés au voisinage des limites d'extension verticale, les individus associent aux variations morphologiques de la coquille et de la radula des différences dans le transfert des métaux : état d'équilibre, vitesses d'accumulation et de perte étant corrélés à des résistances différentes à des concentrations variées de cuivre dans l'eau de mer.

SUMMARY

SOME DATE ON MINERAL METABOLISM IN *Patella vulgata* (L.)

The metals : Cu, Zn et Fe, were analysed in the Prosobranch *Patella vulgata* (L.). Concentrations and discriminations to the different metals are quite specific. The hepatopancreas accumulates Cu and Zn to a much greater extent than either the shell or the remainder body. In normal Fe animals, much of the metal seems to be stored in the body wall.

(1) Laboratoire de Biologie Animale - U.E.R. des Sciences - LIMOGES et Institut de Biologie marine, ARCACHON.

Patella may absorb an appreciate amount of copper across the body surface. Tolerance to the toxic effects of copper is very different in two populations of the same species : the threhold concentration for copper toxicity in sea water is 0,1 mg/l in *P. vulgata* var. *conica* and 1 mg/l in *P. vulgata* var. *major*.The more resistant animals require more copper to kill them : they have developed a tolerance to the toxic effects of copper.

oooo

L'analyse, chez les Prosobranches, des éléments minéraux présents en grande quantité dans l'organisme, nous a précédemment montré (CHAISEMARTIN, 1970) que *Patella* est plus ou moins capable de régulation hypoionique pendant la sursalure de l'eau palléale. Parmi les traces métalliques fortement concentrées, certaines s'avèrent indispensables au déroulement normal des processus métaboliques : cas du cuivre, composant des pigments respiratoires, les hémocyanines, cas du zinc, anhydrase carbonique, du fer, cytochrome-oxydase, éléments essentiels des groupements prosthétiques de nombreuses enzymes. La concentration de ces métaux varie relativement peu, à moins de désordres graves. Le Cuivre, en particulier, fortement concentré dans les organes chargés de la régulation, présente une toxicité aigüe pour des teneurs à peine supérieures à celles existant naturellement dans l'environnement des Patelles.

Un double but est poursuive dans le présent travail :

1 - Connaître les sites préférentiels d'accumulation et évaluer, chez deux populations de Patelles, les effets de la forme physicochimique du métal présent dans l'eau de mer, de l'état physiologique des organismes testés sur les concentrations organiques normales.

2 - Comparer intraspécifiquement l'efficacité des mécanismes de régulation et recueillir des informations sur les niveaux de résistance aux fortes concentrations métalliques externes.

MATERIEL BIOLOGIQUE.

Les deux populations de Patelles retenues proviennent de la "Vigne" (Bassin d'Arcachon) et se répartissent d'une façon discontinue. La limite d'extension verticale se situe entre les hautes et les basses mers de morte-eau : les coquilles ayant la forme d'un cône plus élevé

dans les hauts niveaux que dans la zone basse. La coloration du corps, les papilles du manteau et l'étude biométrique radulaire restent peu discriminatives ; ces critères se révélant insuffisants pour affirmer la présence d'une seule variété (CHOQUET, 1966). Compte tenu des diagnoses antérieures (FISCHER, 1865 - EVANS, 1958) et des différences de tailles selon le niveau des marées, nous avons retenu deux variétés dominantes : *P. vulgata* (L.) var. *major* Dantz et Dur, fixée sur des blocs d'alios (grès à ciment ferrugineux) dans la zone néritique externe battue et *P. vulgata* (L.) var. *conica* Brown dépourvue de côtes fines et d'aspérités au bord de la coquille, fixée sur des dalles de béton et cantonnée dans la zone supralittorale.

METHODES.

L'analyse des concentrations résiduelles en Cu, Zn et Fe au niveau des organes et des tissus comprend :

1 - le prélèvement sur l'animal décollé de la coquille par section dorsale du manteau.
2 - la minéralisation sèche à 540° C pendant 4 heures.
3 - la dissolution du résidu minéral par 1 ml d'HCL 6N.
4 - la filtration à travers un papier Whatman 42.
5 - la dilution à 50 ml (1 g environ de cendres) avec de l'eau bidistillée.

Les analyses sont conduites sur un spectrophotomètre "Perkin-Elmer 303" et les concentrations des éléments sont données en partie par million (ppm).

En stabulation et exposée à de faibles concentrations de cuivre (0,010 ppm), la Patelle offre un comportement intermédiaire entre la normale et la rétraction (décollage) soutenue. Cette réaction ou "syndrôme de détresse" est utilisée comme critère de toxicité immédiate du milieu extérieur (HEAD, 1971).

La recherche des gammes de concentrations léthales, concentrations nécessaires pour tuer 50 % des animaux expérimentés dans une période de temps définie, 48 ou 96 heures, basée sur le décompte biquotidien des animaux actifs, consiste, dans l'expérience générale, seule retenue ici, à maintenir, en deux séries, 20 Patelles pondéralement voisines (diamètre de la coquille : 21 mm, soit 5 g de masses

molles) pour chacune des 5 concentrations cuivriques de 0,05 à 2,5 mg/l. Une solution mère ($CuCl_2$, 2 H_2O, Titrisol Merck) est préparée au début de chaque expérience, conduite elle-même en circuit semi-ouvert. Chaque expérience est réalisée à 20$\pm$ 1° C et débute à la densité biomassique de 1 g de masses molles pour 100 ml de bain. Les animaux ne sont ni alimentés, ni remplacés.

Nous ne perdrons pas de vue que certaines des concentrations métalliques choisies ne se rencontrent pas ordinairement dans la Nature.

RESULTATS ET INTERPRETATION.

Deux groupes de conclusions se dégagent de l'analyse des variations des concentrations métalliques organiques groupées sur le tableau I.

Chacun des métaux testés est significativement discriminé des autres. Cuivre et zinc s'accumulent dans l'hépatopancréas à un niveau moindre dans le bourrelet et le sillon palléal. Les mécanismes d'absorption, les voies de passage du Cu et du Zn semblent les mêmes, malgré l'amplitude des différences dans la concentration effective. Ces deux métaux sont accumulés préférentiellement dans l'organe où ils doivent remplir leur fonction, essentiellement respiratoire.

Tous les organes et tissus montrent des variations des taux métalliques significatives ($p \ll 0,05$) dans chacune des deux populations. Il semble peu vraisemblable, d'après les auteurs (CHAISEMARTIN, et al., 1972) et les expériences de transplantations réciproques (DAVIES, 1969) que les deux populations soient distinctes génétiquement et résultent d'une sélection. Les différences dans la composition métallique semblent répondre à une expression phénotypique.

L'analyse expérimentale des facteurs de transfert des sels métalliques chez la Patelle confirme l'organe "cible" des métaux intraorganiques accumulés sous forme soluble : la glande digestive. L'absorption des ions Cu, Zn et Fe au niveau de l'hépatopancréas, pour une disponibilité comparable des sels métalliques chez les deux populations de Patelles, peut s'interpréter comme suit.

Chez *P. vulgata major* des bas niveaux, les concentrations métalliques sont significativement plus élevées dans les masses molles

que chez la population des hauts niveaux.

La surcharge hépatopancréatique en cuivre et zinc est plus importante que celle des autres masses molles, à l'exception du fer dont la concentration supérieure au niveau du sillon palléal répond à une accumulation sous forme colloïdale et à une action physiologique à l'extérieur de l'organisme.

La tolérance maximale varie beaucoup selon la population testée. Le zinc, dans l'eau de mer, entraîne un état de détresse entre 0,1 et 1 ppm, soit $1,5 \times 10^{-6}$ et $1,5 \times 10^{-5}$M ; il en est de même pour le cuivre entre 0,05 et 0,110 ppm, soit $4,4 \times 10^{-7}$ et $9,7 \times 10^{-7}$M.

L'addition d'E.D.T.A. permet un comportement normal de la Patelle jusqu'à la concentration de 6×10^{-3}M ; les concentrations plus élevées se révélant toxiques. En présence d'E.D.T.A., le gain métallique organique est systématiquement plus faible.

Après 4 jours d'acclimatation dans l'eau de mer diluée à 1/2, la réserve cuivrique hépatopancréatique est réduite à 62 % du niveau moyen des témoins. La stabulation, en containeur plexiglas, sans nourriture, pendant 10 jours, ne modifie pas les niveaux tissulaires du cuivre et du zinc ; elle réduit notablement la teneur ferrique organique : 58 % pour l'hépatopancréas. Par rapport aux témoins, conservés sur substrat naturel et en milieu renouvelé, les pertes ferriques les plus élevées interviennent dans l'ordre : hépatopancréas ~ __ gonade → sillon palléal ~ pied.

Les indices de toxicité immédiate du cuivre de l'eau de mer, chez *P. vulgata* (L.) se situent chez la variété *conica* à : C. L. 50, 48 h : 0,1 mg/l et C.L. 50, 96 h : 0,05 mg/l et chez la variété *major* à : C.L. 50, 48 h : 1 mg/l et C.L. 50, 96 h : 0,1 mg/l. La tolérance aux effets toxiques du Cu^{++} est différente chez les deux populations de la même espèce.

Les animaux des bas niveaux sont plus résistants non parce qu'ils sont moins perméables au cuivre, mais parce qu'il leur faut plus de cuivre pour les tuer.

Par rapport aux témoins, dans la période prélétale, le cuivre hépatopancréatique accumulé est x 1,1 chez la variété *conica* des hauts niveaux et x 1,5 chez les individus des bas niveaux.

CONCLUSIONS.

Les populations de *P. vulgata* testées ont été choisies en fonction de leur mode de vie différent ; les récoltes étant pratiquées au voisinage des limites d'extensions verticales : hautes et basses mers de morte-eau ; mode de vie imposé par les extrêmes physiques, liés à une immersion intermitente, des extrêmes de température et de dessiccation. Ces différences agissent sur la composition en éléments traces des animaux, sur les valeurs des facteurs de transferts et de discrimination.

L'accumulation expérimentale, à partir de l'eau de mer enrichie, est étudiée en relation avec les niveaux des métaux dans l'eau de mer et dans les tissus individuels :

1 - le spectre habituel de distribution métallique est le même; l'hépatopancréas ayant la part la plus grosse.

2 - la teneur initiale en Cu et Zn n'exclut pas l'entrée métallique additionnelle ; les éléments dans nos concentrations limites expérimentales, entrent proportionnellement à la concentration externe.

3 - la fixation des métaux par la coquille répond largement à un phénomène d'adsorption.

4 - la concentration de détresse du cuivre est le tiers de celle du zinc.

5 - le rôle de l'eau de mer dans l'accumulation des métaux est prépondérant et peut être assimilé au schéma proposé pour les Téléostéens (ALLEN et SHEPPARD, 1971).

Les animaux les plus résistants demandent davantage de cuivre pour les tuer. La question reste posée de savoir si la tolérance accrue peut être développée par n'importe quel individu si on lui laisse le temps d'acclimatation nécessaire. Les Poissons peuvent augmenter leur résistance à des concentrations métalliques élevées par une exposition préliminaire à des concentrations inférieures à la valeur du seuil (LLOYD, 1960 - PRESTON et al., 1972).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ALLEN, W.R., et SHEPPARD, P.M., 1971 - *Proc. R. Soc. B.*, *177* : 177.

CHAISEMARTIN, C., 1970 - *C. R. Soc. Biol., 164* : 2088 - 2093.

CHAISEMARTIN, R.A., CHAISEMARTIN, C., et BRETON, C.J., 1972 - *C. R. Soc. Biol., 166* : 1522 - 1527.

DAVIES, P.S., 1969 - *J. mar. Biol. Ass. U. K., 49* : 291 - 308.

HEAD, P.C., 1971 - *J. mar. Biol. Ass. U. K., 51* : 891 - 912.

LLOYD, R., 1960 - *Ann. Appl. Biol., 48* : 84 - 98.

PENTREATH, R.J., 1973 - *J. mar. Biol. Ass. U. K., 53* : 127 - 138.

PRESTON, A., JEFFERIES, D.F., et PENTREATH, R.J., 1972 - Symposia of the Zoological Society of London, 29 : 271 - 294.

VINOGRADOV, A.P., 1953 - The Elementary Chemical Composition of Marine Organisms, Sears Foundation for Marine Research, Yale University : 647 p.

TABLEAU I

Niveau des éléments stables chez deux populations de *Patella vulgata*, en µg/g de poids frais.
"c" = variété *conica*.
"m" = variété *major*

	Poids sec / Poids frais		cuivre µg/g frais	zinc µg/g frais	fer µg/g frais
Hépato-pancréas	"c"	0,28	2,15	17,8	72,4
	"m"	0,22	2,54	21,6	96,5
Bourrelet palléal	"c"	0,18	1,92	9,2	48,4
	"m"	0,15	2,42	10,1	64,4
Pied	"c"	0,26	1,18	9,8	18,6
	"m"	0,19	1,27	13,0	36,6
Région radulaire	"c"	0,26	0,68	12,2	9,7
	"m"	0,24	0,72	13,8	16,2
Gonade	"c"	0,23	1,10	11,6	7,8
	"m"	0,21	1,38	13,4	32,2
Sillon palléal	"c"	0,16	1,24	10,8	62,2
	"m"	0,12	1,42	14,6	106,8
Coquille	"c"		0,33	2,10	28,4
	"m"		0,48	3,60	44,6
Eau de mer	matières en suspension :	78,6 mg/l	40 ppb	130 ppb	12,4 ppb (dissous : 0,22 u)

T H E M E   V

TECHNOLOGIE de l'ELEVAGE

LA TECHNOLOGIE OSTREICOLE

par Louis MARTEIL (1)

RESUME

Les bancs huîtriers servent actuellement de source complémentaire de production pour l'approvisionnement des parcs et constituent des réserves de géniteurs dans les zones de captage.

L'ostréiculture utilise des procédés et des méthodes divers dont on souligne les similitudes, les différences et les caractéristiques principales dans les domaines du captage, de l'élevage et de l'affinage.

SUMMARY

Natural oyster beds are used to-day both as a supplementary source of production to cultivation grounds and as parent stocks in collecting seed areas.

Various process and methods are used in oyster culture ; similitudes, différences and principal charactéristics related to spat collection growing and "affinage" are described.

(1) ISTPM - BP 1049 - 44037 - NANTES CEDEX (FRANCE).

INTRODUCTION.

L'ostréiculture fait appel à divers procédés et méthodes que l'on tentera de présenter sans avoir recours à une énumération de détails qui pourrait être fastidieuse et dont on soulignera, éventuellement, les avantages, les inconvénients et les conditions d'utilisation.

La nouvelle politique appliquée à l'exploitation des bancs huîtriers tend à les intégrer dans l'économie ostréicole. Aussi, a-t-il paru opportun de commencer cet exposé consacré à la technologie de l'ostréiculture par une présentation de cette politique des stocks naturels et de ses résultats.

1 - LES BANCS NATURELS.

Ils ont été la source exclusive de la production d'huîtres jusqu'au milieu du siècle dernier mais ils ont progressivement perdu de leur importance, en France comme à l'étranger, à mesure que le captage sur les collecteurs immergés en milieu naturel s'est développé. L'économie ostréicole ne pourrait cependant supporter, sans dommage, leur épuisement ou leur disparition. En effet, ils constituent encore une source d'approvisionnement des parcs d'élevage qui est loin d'être négligeable et, surtout, leur existence conditionne l'avenir même du captage.

1 - 1 - Les produits récoltés sur les gisements naturels huîtriers ne sont plus que très exceptionnellement livrés directement à la consommation par les pêcheurs eux-mêmes. Qu'il s'agisse de l'huître plate, *O. edulis* ou de l'huître creuse, *Crassostrea sp.*, ils sont dirigés vers les parcs d'élevage pour y achever leur croissance ou parfaire leur condition. Les bancs girondins et ceux de la Charente-Maritime ont largement contribué naguère à l'ensemencement des parcs en huîtres portugaises, *C. angulata* ; depuis peu, ils recommencent à jouer le même rôle en ce qui concerne *C. gigas* qui a remplacé l'espèce précédente dans les mêmes biotopes.

Bien que les arrêtés réglementant l'exploitation des huîtrières aient contenu des dispositions propres à éviter un épuisement excessif du stock, les mesures prescrites se sont révélées souvent inéfficaces parce que les pêcheurs n'ont pas pris conscience de la nécessité de les

appliquer : les ressources naturelles étant la chose de tous, il leur apparaissait opportun d'en tirer le plus grand profit dans l'immédiat sans se soucier de l'avenir.

Rendre les utilisateurs des ressources naturelles responsables de leur avenir, tel a été le but poursuivi lorsqu'ont été créés et mis en place, en Bretagne d'abord vers 1945, à Arcachon ensuite, puis partout ailleurs, des comités de gestion où les professionnels prennent en charge les divers gisements de leur région, avec le concours technique de l'ISTPM et sous le contrôle de la Marine Marchande, gérante du domaine public maritime. Ces comités groupent des pêcheurs ou des ostréiculteurs ou les deux ensemble selon le but précis qu'on s'est fixé = améliorer la productivité de l'huîtrière (c'est plutôt l'affaire des pêcheurs) ou constituer des stocks de géniteurs de qualité satisfaisante en nombre suffisant (c'est le problème des ostréiculteurs).

Dans les deux cas, les travaux sont comparables mais ils diffèrent d'intensité ; ils comprennent un nettoyage préalable des fonds avant un semis de collecteurs ou d'huîtres adultes, une lutte contre les prédateurs, la surveillance, l'entretien etc... Ces résultats obtenus sont à la mesure de la valeur des responsables des comité mais ils ont été souvent excellents.

Cette politique des gisements naturels développée dans les divers centres français est progressivement adoptée ailleurs. Le Canada mais aussi les U.S.A. la pratiquent maintenant et MACKENZIE (1970) en a recommandé l'application pour la remise en valeur des bancs du Connecticut exploités par des Compagnies locales.

1 - 2 - Mais, c'est particulièrement dans le domaine de la constitution des stocks de géniteurs en faveur de l'industrie du captage que cette politique a donné en France les meilleurs résultats. Certes, les huîtres cultivées participent chaque année au phénomène de la reproduction et assurent une part non négligeable de la production larvaire. Toutefois, les nécessités commerciales d'une part, les catastrophes naturelles dues aux épizooties ou aux conditions climatiques exceptionnelles d'autre part, réduisent parfois de façon considérable les stocks d'huîtres adultes cultivées susceptibles de se reproduire. La spécialisation excessive de certains secteurs dans les

zones de captage, par exemple en rivière de La Trinité ou dans l'anse de Plouharnel, deux des plus grands centres de captage français de l'huître plate conduit aussi à l'abandon quasi-total de l'élevage d'huîtres au-delà de leur deuxième année. Il s'ensuit que les stocks de géniteurs sont souvent insuffisants pour assurer le succès de l'industrie du captage.

La reconstitution de bancs naturels exclusivement ou prioritairement destinés au maintien d'un stock permanent de géniteurs en quantité suffisante est bien le seul moyen efficace d'assurer une production larvaire satisfaisante. C'est ce qui a été tenté et réussi en Bretagne, particulièrement en Morbihan pour l'huître plate ; c'est ce qui a été réalisé avec un égal succès plus récemment dans cinq centres ostréicoles au sud de la Loire (Arcachon, Gironde, Marennes, Oléron, Vendée) après la disparition des stocks de *C. angulata* dans les années 70-71-72, grâce à l'immersion d'huîtres adultes *C. gigas* importées de Colombie britannique. L'espèce s'est reproduite lorsque les conditions climatiques ont été favorables, particulièrement en 1971 et 1973 ; elle occupe désormais les divers sites précédemment colonisés par *C. angulata* et forme déjà de véritables bancs naturels. Dans les circonstances défavorables, en dehors des moyens ponctuels retenus pour permettre la survie des exploitations ostréicoles en temps de crise, (substitution d'une espèce à une autre, importation de juvéniles au profit des éleveurs), seule la constitution de stocks de géniteurs peut assurer à terme la reprise de l'activité grâce au développement du captage. Tous concourent au succès de cette entreprise : l'Etat apporte son aide financière, l'Institut son concours technique. C'est aux professionnels de prendre en charge la réalisation des travaux et surtout d'assurer avec constance l'entretien et la surveillance des bancs ainsi reconstitués.

L'exploitation des bancs naturels se trouve ainsi intégrée à l'ostréiculture dont elle constitue un facteur nécessaire. Il reste maintenant à parler de la culture elle-même et des procédés qui y sont utilisés.

2 - LA CULTURE DES HUITRES ; PROCEDES ET METHODES.

On distingue habituellement en ostréiculture, trois phases

correspondant d'ailleurs à trois stades biologiques :

- le captage, correspondant au phénomène de la reproduction.
- l'élevage, à celui de la croissance.
- l'affinage, à celui de l'engraissement et de la préparation immédiate à la vente à la consommation.

Les deux premières phases - captage et élevage - existent en tous pays ; la dernière, l'affinage, semble n'être véritablement pratiqué qu'en France, et dans certains secteurs seulement.

2 - 1 - 1 - Collecteurs non chaulés.

Ce sont les supports les plus utilisés dans le monde. Ils sont constitués par différents matériaux que l'on retrouve préparés de façon assez semblable dans les pays les plus divers:

- les pierres calcaires ou non, encore employées en Charente-Maritime le sont aussi en Australie et l'étaient naguère au Japon.
- Les fascines, les fagots, les barres de bois reposant sur les tables surélevées ou suspendues sont utilisés de la Norvège à l'Australie.
- Çà et là, mais particulièrement en France, on a adopté des barres de fer rond ou des tubes en matière plastique plantés dans le sol ou mieux, pour les derniers, assemblés en fagots.

Il reste que le collecteur non chaulé universellement employé est la coquille d'huîtres ou d'autres bivalves : moules et pectens surtout. Le mode d'utilisation est varié :

- Elles sont répandues sur le sol comme aux U.S.A., en Hollande ou en France sur les bancs naturels. Signalons à ce propos l'intérêt de la coquille de moules provenant des conserveries. Le traitement à la vapeur qui leur a été appliqué pour faciliter l'extraction des chairs tue les divers épibiontes et détruit la matière organique. Les valves ne sont pas séparées, ce qui favorise indiscutablement la fixation des larves grâce à l'abri ainsi offert. En outre, le collecteur peut être facilement brisé pour obtenir la séparation de la jeune huître de son support. Mon expérience me conduit à recommander l'utilisation de la coquille de moule préférentiellement à celle de l'huître ou des pectens dans les zones suffisamment abritées où elles ne risquent

pas d'être ensablées, envasées ou entraînées loin des lieux de semis.

- Ces coquilles peuvent aussi être "ensachées" en poches ou enfilées en "chapelets" reposant horizontalement sur des supports surélevés (tables ou rampes en France, racks en Australie ou au Japon) ou suspendus verticalement soit sur des terrains émergents, soit le plus souvent attachés à des engins flottants comme au Canada, au Japon ou en Corée.

La facilité de se procurer des coquilles explique en grande partie le choix de collecteurs très répandus.

2 - 1 - 2 - Collecteurs chaulés.

Ils sont d'un emploi plus restreint que les précédents et sont représentés par :

- des tuiles d'argile demi-cylindriques assemblées en "bouquets" comme en Morbihan, en "ruches" comme à Arcachon, ou déposées les unes près des autres sur le sol comme naguère en Hollande.
- des plaques de cellulose moulée (type boite à oeufs) utilisées à certaines époques aux U.S.A. et au Canada et expérimentées il y a quelques années en France.
- des plaques de fibrociment, planes ou demi-cylindriques assemblées de diverses façons comme actuellement à Marennes, Oléron.
- du bois déroulé ou des plaques de bois (Canada).
- des matières plastiques sous forme de tubes pleins ou non, fournis isolément ou réunis en fagots, assemblés pour former des cadres que l'on peut grouper pour constituer un seul fardeau, trames auxquelles on donne la forme de tuiles, "chapeaux chinois" susceptibles de s'emboîter dans les autres, etc...

La liste de ces divers collecteurs ne prétend pas être exhaustive. Par ailleurs, il est difficile de déterminer des critères permettant de choisir ceux qui, en chaque pays, seraient les meilleurs. Trop de facteurs interviennent : la disponibilité des matériaux, les investissements à consentir, les exigences aussi du marché de consommation. A cet égard, ce qui différencie le plus les activités ostréicoles françaises des activités étrangères c'est bien l'emploi de collecteurs chaulés qui permettent un décollage ou détroquage précoce.

On trouve la raison de cette particularité technologique dans le mode de consommation des huîtres : en France et, plus généralement en Europe, les huîtres sont présentées vivantes dans leur coquille et l'aspect, la forme de la coquille influencent le choix du client alors qu'ils n'ont aucune importance aux U.S.A. ou en Extrême-Orient où le mollusque est décoquillé sur les lieux de production. Une huître précocement séparée de son collecteur ou facilement détachée de celui-ci acquerra, pendant sa croissance, une forme plus régulière que celle qui aura été détroquée tardivement.

On signalera enfin que l'une des innovations les plus remarquables sur le plan technologique dans le domaine du captage au cours de ces dernières années, a été l'utilisation des matières plastiques ; certains modèles présentent ainsi sous un volume réduit et un poids relativement faible une grande surface de captage. Tous permettent un décollage facile, qu'on utilise le gauchissement des surfaces ou la vibration pour l'obtenir. Ils facilitent aussi la mécanisation des opérations de chaulage, de pose ou de récolte.

Ainsi que LUCAS l'a récemment souligné (1975) le choix d'un collecteur devrait aussi tenir compte de , influence sur le milieu, le collecteur en général et pas seulement certains modèles, devenant le lieu d'élection d'une communauté temporaire dont tous les éléments ne sont pas obligatoirement favorables à l'espèce comestible que l'on veut capter.

2 - 2 - L'élevage.

Bien qu'ils soient très variés, les procédés utilisés çà et là pendant la phase d'élevage peuvent être regroupés sous trois rubriques:

- élevage sur sol.
- élevage en surélévation.
- élevage en suspension.

2 - 2 - 1 - L'élevage sur sol où les huîtres sont déposées à même le sol est un procédé assez largement répandu. On le pratique, soit sur les rives émergent des baies ou des estuaires, soit dans les "claires", soit encore en "eaux profondes".

- Sur terrain émergents, il permet de suivre le comportement des mollusques, de lutter éventuellement en temps opportun

contre les prédateurs, contre l'ensablement ou l'envasement. Il n'exige pas de gros investissements si le terrain se prête naturellement aux semis. Toutefois, il requiert, le cas échéant, un applanissement du sol, son durcissement par des apports de pierres, sable ou gravillons. Les coquillages étant soumis à l' exondation, au rythme des marées, la croissance est plus ou moins ralentie, particulièrement aux niveaux les plus élevés. En revanche, la coquille des mollusques y est plus dense et les huîtres apprennent à rester fermées pendant l'exondation, ce qui facilite leur conservation pendant la vente.

- L'élevage en "eaux profondes", sur sol, est un procédé utilisé depuis une trentaine d'années seulement en France, particulièrement en Bretagne mais qui l'était depuis beaucoup plus longtemps en Hollande ou en Amérique du Nord. En France, il a permis de mettre en culture des terrains nouveaux ; plusieurs milliers d'hectares y ont été affectés, le plus souvent à l'emplacement ou au voisinage immédiat d'anciens bancs naturels. Ce procédé a modifié le caractère des entreprises qui atteignent un stade semi-industriel, les surfaces détenues par un seul concessionnaire - particuliers ou Société de type coopératif ou non - atteignant plusieurs dizaines et même plusieurs centaines d'hectares. Il exige aussi une mécanisation poussée ; le bateau dragueur est le seul outil de récolte ; à terre, en raison même des tonnages mis en jeu, il faut prévoir des bassins de stockage, des moyens de manutention ou de triage qui ne peuvent être ceux d'une exploitation de type familial ou artisanal. Les investissements à consentir sont importants, les risques considérables (action des prédateurs ou de l'ensablement etc...) mais le bilan est positif grâce à une plus grande rapidité et à un meilleur taux de croissance que ceux que l'on obtient généralement sur terrains émergents. C'est, ainsi que je l'ai dit, le procédé couramment utilisé en Hollande mais aussi aux U.S.A. où il s'apparente à une exploitation rationnelle des ressources naturelles. Comme sur terrains émergents, il permet - et c'est ce qui a lieu en France - de cultiver séparément les huîtres d'une même classe d'âge. Accessoirement, mais ce n'est pas toujours souhaitable, les larves se fixent à l'endroit des semis. Il offre quelques inconvénients dans les zones périodiquement exposées à la prolifération de certains prédateurs(astéries par exemple).

2 - 2 - 2 - L'élevage en surélévation doit être distingué de la culture en suspension. Il est pratiqué sur des terrains émergents, les huîtres étant déposées dans des casiers à fonds grillagés, ou plus souvent désormais, depuis l'apparition des matières plastiques, dans des sortes de sacs appelés poches ou pochons disposés les uns et les autres horizontalement sur des supports reposant sur quatre pieds appelés tables, rampes, gabarits... à 0,40 cm ou plus du sol. Ce procédé supprime tout amendement préalable du terrain et permet donc d'exploiter des sites naturellement peu favorables, envasés par exemple. Fort utilisé aux premiers temps de l'ostréiculture en France, à la fin du siècle dernier, délaissé sauf rares exceptions pendant longtemps, ce procédé connait depuis quelques années une faveur nouvelle. Il facilite les manipulations mais surtout il permet, en dépit de l'exondation, une croissance meilleure que la culture sur sol dans les mêmes conditions. On en voit l'explication dans le fait que l'huître est soustraite du fait de la surélévation à l'action défavorable qu'exerce sur son activité la remise en suspension par le courant les matières fines déposées sur le sol. En revanche, les coquilles sont plus friables que dans l'élevage sur le sol, moins denses aussi. C'est un bon moyen de se protéger des dommages des prédateurs les plus communs.

2 - 2 - 3 - Dans l'élevage en suspension proprement dit, les coquillages sont constamment immergés comme dans la culture sur sol, en "eaux profondes", mais ne reposent pas sur le sol. Ils sont cimentés à des barres de bois ou des cordes au maintenus dans les poches ou des casiers réunis par groupes, soutenus les uns et les autres en suspension, de la surface jusqu'à une profondeur variable mais, de telle façon qu'il n'y ait jamais contact avec le fond, par des engins flottants, bouées, palangres, radeaux ou des installations fixes surplombant la surface comme à Thau.

C'est le procédé utilisé partout où l'amplitude des marées est si faible que la zone intertidale est très restreinte, là aussi, où les rives sont accores ; on l'emploie donc en Méditerranée comme dans les rias galiciennes, les fjords norvégiens ou les baies japonaises. On l'a utilisé dans certains lochs écossais. On constate que dans toutes les zones concernées un certain nombre de facteurs sont constamment réunis :

- profondeur suffisante mais variable (3 à 10 - 15 ou 20 m)
- abri de la houle et des vents dominants.
- vitesse des courants réduite : 0,10 à 0,20 m/s.
- marnage faible.

Cet ensemble de conditions est rarement réuni sur les côtes atlantiques françaises et celles de la Manche, exception faite de quelques sites privilégiés.

La culture en suspension que l'on appelle parfois "tridimensionnelle" présente des avantages sur le plan de la croissance et celui de la qualité des mollusques. Elle présente aussi quelques inconvénients : coquille friable, mauvaise tenue à l'émersion, développement d'épibiontes... si bien que le produit obtenu ne répond pas toujours aux exigences commerciales, du moins en France où sa vente reste de ce fait localisée dans la région proche du lieu de production, à moins de soumettre l'huître à un "trompage" prolongé.

En définitive, aucun procédé ne s'impose par ses résultats. L'expérience montre qu'il y a intérêt à combiner les divers procédés : l'accélération de la croissance peut être obtenue en suspension, en surélévation ou en eau profonde ; une densité des coquilles et une meilleure résistance à l'émersion s'obtiennent par un passage sur sol en parcs émergents... Là encore, enfin, comme pour le captage, le mode de consommation intervient dans le choix d'un procédé : au Japon, le détroquage est inutile, la forme importe peu, le "trompage" ou résistance à l'exondation est sans objet, l'huître étant décoquillée dès sa sortie de l'eau, et seules les chairs étant expédiées, sauf exception. Aux U.S.A. où le décoquillage est de règle, la culture sur sol en eaux profondes n'exige pas de soins analogues à ceux qui sont prodigués aux huîtres européennes. Il y a là un élément trop souvent négligé dont l'ostréiculteur français doit, lui, tenir compte.

2 - 3 - L'affinage.

C'est, nous l'avons dit, la phase correspondant à l'engraissement ; c'est la distinction classique faite en France qui, à ma connaissance du moins, est le seul pays à utiliser ce terme.

Il est vrai qu'en beaucoup de secteurs ostréicoles d'élevage, l'huître qui y a fait sa croissance est maigre, c'est-à-dire n'a pas

accumulé dans le tissu conjonctif des matières de réserve sous forme de glycogène qui lui donnent une qualité commerciale recherchée et que manifeste un index de condition élevé. Toutefois, dans de nombreux centres, l'huître peut à la fois croître et engraisser. C'est le cas sur les parcs de l'Escaut oriental en Hollande, dans les élevages de rias galiciennes, sous les radeaux de la mer intérieure au Japon et aussi dans divers secteurs français, du Cotentin à l'étang de Thau en Méditérranée. Dans cette éventualité, il n'y a pas d'affinage à proprement parler.

Mais, si l'on veut améliorer la qualité des huîtres, deux opportunités sont offertes : ou les transférer au terme de leur croissance dans un secteur où elles engraissent, c'est ce qui est communément fait en Bretagne, ou les déposer en "claires".

Les "claires", ce sont ces bassins creusés dans les terres argileuses, le plus souvent dans d'anciens marais salants désaffectés, le long des côtes basses, sur les rives de la Seudre dans la région de Marennes où elles sont les plus nombreuses mais aussi tout au long des côtes de la Charente, de la Vendée, et même au delà de la Loire, jusqu'en Morbihan. Je n'entrerai pas dans la préparation et l'entretien annuel ou pluri-annuel que réclament ces claires. Sur le plan technologique, signalons seulement que les huîtres y sont déposées, selon le but recherché, à des moments variés, soit au début du printemps, - c'est l'affinage long -, soit au milieu de l'été, - c'est l'affinage court - et à des densités variables selon que l'on recherche une amélioration profonde, disons "spéciale" des produits, ou une amélioration rapide des mollusques. Les huîtres peuvent être déposées à même le sol ou en casiers surélevés ; les résultats obtenus sont équivalents.

Les claires servent aussi et surtout au verdissement des huîtres. Ce n'est pas le lieu de parler du phénomène . lui-même. Là encore sur le plan technologique, l'opération n'exige pas de travaux exceptionnels. Le dépôt sur le sol ou en casiers donnera un résultat équivalent pour autant que la claire "verdit" et cela en quelques jours.

L'affinage apparaît bien ainsi comme un complément de l'élevage destiné à améliorer la qualité commerciale des produits, qui seront dès lors livrés à la consommation par l'intermédiaire d'un éta-

blissement d'expédition comprenant des installations de stockage, de dégorgement et de conditionnement.

CONCLUSIONS.

Tels sont, brièvement résumés en ce rapport, les divers aspects de la technologie ostréicole.

Je voudrais en terminant souligner que les procédés ou les méthodes cités plus haut ne peuvent nullement suppléer l'absence ou l'insuffisance de conditions naturelles favorables. Ce sont des moyens et rien que des moyens, entre lesquels on peut choisir pour tirer le meilleur profit de l'environnement.

ANDREU (1958) l'a parfaitement exprimé lorsque, présentant les excellents résultats obtenus dans les rias galiciennes, à Vigo, Arrosa et ailleurs, dans la culture des moules, et depuis dans celle des huîtres, il les attribuait :

1°/ A la grande quantité de matière organique particulaire qui sert d'aliment, le phytoplancton bien qu'abondant n'entrant que pour 14 %.

2°/ A la longue période de production planctonique qui dans les eaux de profondeur moyenne atteint des valeurs élevées du milieu de mai à la fin octobre avec une période de pauvreté phytoplanctonique limitée aux mois de novembre-février.

3°/ Au régime favorable des températures de l'eau qui oscille en général entre 10 et 20 ° tout au long de l'année.

4°/ A la configuration caractéristique des rias qui offrent un abri et des profondeurs appropriés au système de culture en suspension.

5°/ Au régime des marées qui assure un renouvellement adéquat des eaux sans que les courants ne viennent perturber la bonne marche des diverses étapes de la culture.

Telles sont bien, quels que soient les procédés utilisés, les conditions essentielles du succès.

TECHNOLOGIE DE LA MYTILICULTURE

par Pierre LUBET[1] et M.J. DARDIGNAC[2]

RESUME

La Mytiliculture a pris naissance en Europe et s'y est développée de façon importante depuis un siècle ; elle constitue aujourd'hui la culture marine la plus importante.

Les principales méthodes utilisées dépendent de l'amplitude des marées, de la morphologie des côtes et de la nature du substrat.

- La culture par épandage sur les parties basses des plages est pratiquée en France (Bretagne : parcs du Croisic) ou sur des bancs peu profonds (Pays-Bas). Dans ce dernier cas, la moulière est reconstituée et exploitée par dragage.
- La culture sur bouchots, originaire de la baie de l'Aiguillon en France, est largement pratiquée en Charentes, Vendée, Bretagne nord, Normandie. Les moules sont fixées sur des pieux verticaux formant des rangées dans la zone intercotidale.

---

(1) Université de CAEN, Laboratoire de Zoologie et Laboratoire maritime de LUC-sur-MER - 14032 CAEN.

(2) Institut Scientifique et Technique des Pêches maritimes, Allées du Mail - 17000 LA ROCHELLE

- La culture sur cordes s'est primitivement développée dans les mers sans marées ou à faibles marées (Méditerranée, Adriatique). Les mollusques sont fixés sur des cordes suspendues à des parcs établis dans des baies protégées ou des étangs littoraux.

  Les cordes peuvent être supportées par des radeaux (Espagne, Corée).

SUMMARY

METHODS AND PROCESSES OF MUSSEL FARMING

Mussel farming began in Europe one century ago. Nowadays, it is the most important marine culture in bulk. The different methods and processes are now described :

- mussel farming on beaches (French brittany) or on sand areas in deepless waters (Neederland).
- mussel farming on "bouchots", rows of poles beeing planted in the soil of beaches (intertidal areas in France : Charentes, Vendée, north Brittany, Normandy).
- mussel farming on ropes hung to woden or iron mussel farms "parcs" in tideless seas (Mediterranea) or to rafts in deep bays (Spain, Corea).

The avantages and backwards of these different methods are discussed.

INTRODUCTION.

L'essor récent que connaît la mariculture est particulièrement sensible dans le domaine de la culture des moules ou mytiliculture.

Depuis une quinzaine d'années, celle-ci montre un développement constant. Non seulement les surfaces cultivées sont en progression, mais nous assistons aussi à un renouveau des techniques de culture, de tri et d'expédition..

La mytiliculture remonte vraisemblablement au moyen âge et jusqu'à ces dernières années, elle a été seulement pratiquée en Europe. Aujourd'hui, l'élevage des moules a largement dépassé ce cadre géographique. La Corée est devenue un producteur important et de nombreux pays d'Amérique latine (Brésil, Argentine, Chili) pourvus de riches gisements naturels de Mytilidés sont intéressés par cette culture. Les moules commencent à être consommées aux USA et au Canada.

L'augmentation de la production mytilicole mondiale est intéressante au point de vue économique. Les moules peuvent constituer une source de protéines bon marché. Elles sont de plus en plus consommées crues ou cuites, il est facile d'en faire des conserves et elles entrent dans la fabrication de plats cuisinés.

Dans le cadre de ce travail, nous nous limiterons à l'étude des techniques de culture pratiquées en Europe. Nous soulignerons à ce propos qu'il est toujours hasardeux de vouloir appliquer dans un "pays neuf", tel ou tel procédé d'élevage. Il faut se livrer, au préalable, à une étude sérieuse de l'hydrologie des sites et de la biologie de l'espèce à cultiver.

On peut alors choisir la méthode la plus adéquate qui doit être souvent adaptée aux conditions locales.

En Europe, deux "espèces" de moules sont cultivées, *Mytilus edulis L. et Mytilus galloprovincialis Lmk.* Nous n'aborderons pas le problème de systématique posé par ces deux "espèces". Actuellement,

grâce aux travaux de LUBET (1973), de SEED (1971) et de MASSON (1975), on peut considérer que ce sont deux races géographiques en cours de spéciation. Des caractères morphologiques, biologiques et biochimiques les distinguent mais elles possèdent le même nombre de chromosomes (2n = 28) et peuvent s'hybrider. Dans le cas où ces hybrides seraient stériles le niveau spécifique serait atteint.

"La moule d'Espagne ou de Méditerranée" (*Mytilus galloprovincialis Lmk*) est très largement répandue dans le domaine méditerranéo-lusitanien ; elle se rencontre aussi sur les côtes atlantiques d'Espagne, de France, d'Irlande et en Manche occidentale (Pays de Galles, Bretagne, Normandie). Elle est très rare en Manche orientale et absente en Mer du Nord.

"La moule de Hollande" (*Mytilus edulis L.*) a un vaste domaine géographique : Atlantique nord (Côtes des USA, du Canada, de l'Europe septentrionale, depuis le cap Nord jusqu'en Espagne), Mer du Nord et mer Baltique.

Les aires de répartition des deux "espèces" sont sympatriques sur les côtes de la Manche occidentale (Royaume Uni, France, Irlande) et sur les côtes atlantiques de la France. Actuellement, *M.galloprovincialis* semble en extension vers le nord et le nord-est. Or, il est singulier de rencontrer sur les côtes de France, des zones presque dépourvues de *M. galloprovincialis* où prolifère de façon privilégiée *M.edulis* (Bassin d'Arcachon, Golfe des Charentes et de Vendée où cette particularité est à la base du développement de la mytiliculture, Morbihan). Cette particulatité pourrait peut être s'expliquer par des variations du domaine respectif de ces deux "espèces". Pendant les périodes froides *M.edulis* plus septentrionale, aurait progressé vers le sud (côtes atlantiques de l'Europe) alors que pendant les périodes de réchauffement, *M. galloprovincialis* aurait étendu son domaine vers le Nord. Les populations de *M.edulis* des côtes atlantiques françaises pourraient être alors interprétées comme des "témoins" de périodes plus froides.

TECHNOLOGIE DE LA MYTILICULTURE.

La mytiliculture est certainement, après l'ostréiculture, la plus ancienne culture marine. Les premiers essais semblent se situer au 13ème siècle en France, dans la baie de l'Aiguillon en Charentes, où les populations maritimes plantaient des pieux servant de substrat aux moules. Ce type d'exploitation s'est considérablement développé sur les côtes sablo-vaseuses, relativement abritées, dans les mers à fortes marées ; il est connu sous le nom de bouchots.

Nous devons attendre la seconde moitié du 19ème siècle pour que la mytiliculture connaisse un grand essor. C'est dans les Pays-Bas qu'elle prit alors une extension considérable et devint pour ce pays une ressource importante. En effet, pour suppléer à l'appauvrissement progressif des gisements naturels surexploités, les Hollandais eurent l'idée d'aménager des moulières artificielles dans des zones protégées et en eau peu profonde, créant ainsi la mytiliculture sur parc. Cette technique très rentable, constamment améliorée grâce à l'heureuse collaboration entre la profession et la Recherche scientifique des Pays-Bas, domina l'industrie mytilicole jusque vers 1950.

Dans le domaine méditerranéen et adriatique, la mytiliculture comme l'ostréiculture semblent être pratiquées depuis très longtemps, certains auteurs les faisant remonter aux Romains, ce qui est vraisemblablement exact pour les huîtres mais douteux pour les moules.

Toutefois, il est maintenant établi que des méthodes originales de culture par suspension adaptées à ces mers sans marées se sont progressivement développées : fixation des moules sur des cordes de jonc suspendues à des bâtis de bois (pergolare).

Cette technique modernisée (cultures sur cordes suspendues à des bouées ou pontons) a été introduite par les mytiliculteurs espagnols, dans les Rias de Gallice. Elle est à la base de l'extraordinaire réussite de la mytiliculture sur les côtes atlantiques de l'Espagne. Ellle a été adoptée récemment en Corée avec autant de succès.

Ce bref historique nous permet de commencer à entrevoir

les différentes techniques d'élevage. Celles-ci se sont développées en tenant compte des facteurs limitants suivants :

- le marnage dans la région de culture, c'est-à-dire, de l'amplitude de la marée,

- la morphologie de la côte : baies protégées à estrans sablo-vaseux, baies profondes, etc...

- la nature du substrat : rocheux, sableux, etc...

Les principales méthodes de culture peuvent se classer en :

- Méthodes par épandage pratiquées dans les mers à fortes marées, soit :

  a) Par reconstitution de gisements sur des hauts fonds sablo-vaseux en eau profonde (infralittoral) (Pays-Bas).

  b) Par l'aménagement sur la partie basse de l'estran de parcs (France - Loire atlantique).

- Méthodes par fixation sur des substrats verticaux qui peuvent être

  a) des Bouchots, pieux verticaux plantés dans la partie basse de l'estran et accessibles seulement par fortes marées. (France : Charente, Vendée, Bretagne, Normandie).

  b) des cordes verticales portées :

    - par des flotteurs ou pontons dans des rias ou des baies profondes et protégées (Espagne, Corée)

    - par des parcs dans les mers sans marées (Méditerranée, Adriatique).

I. LES METHODES PAR EPANDAGE.

I.I. Pays-Bas :

Le passage de l'exploitation des gisements naturels à la création de moulières artificielles a été réalisé aux Pays-Bas vers 1860. Les parcs à moules se sont développés en Zélande dans les régions de Tholen, Krammer et Grevelingen (Bouches du Rhin, de la Meuse et de l'Escaut) puis dans la mer de Wadden.

Le naissain est récolté en automne en différents endroits (bancs naturels, digues, etc...) dans des zones protégées par le gouvernement. Les parcs sont établis sur des fonds sablo-vaseux situés dans l'infralittoral et balisés par des pieux de 7 à 8 m. Les parcs de pousse sont situés dans les parcelles qui découvrent lors des fortes marées.

Le naissain est répandu sur les parcs en automne ou au début de l'hiver, à raison de 30 tonnes à l'hectare (5 à 10 kg au mètre carré). La croissance est rapide sur ces zones mais le poids de chair reste faible. Les mollusques y demeurent jusqu'au printemps suivant où ils atteignent alors 4 à 5 cm de longueur : on les appelle alors des "halfwass" (demi-pousses). Ils sont dragués et déposés dans des parcs situés à un niveau inférieur (jusqu'à - 5m), souvent dans des zones de dessalure où règnent des courants assez importants de 2 à 3 noeuds. La taille marchande est atteinte au bout d'une année ; après deux ans de croissance, ces moules mesurent de 6 à 7 cm. Le naissain donne environ cinq fois son poids de moules "marchandes" et, compte tenu de la mortalité et des pertes, le rendement est de l'ordre de 100 à 120 tonnes à l'hectare.

Les moules marchandes sont draguées par des petits bateaux de faible tonnage (50 tx) remarquablement équipés et les opérations de dégrappage, de nettoyage et de tri se font à bord, à l'aide de moyens mécaniques, ce qui réduit les manipulations de façon très rentable. Les mollusques sont alors reparqués à terre, dans des bassins d'épuration sous contrôle sanitaire et sont expédiés vers les centres de consommation des pays européens.

La mytiliculture couvre environ 15 000 ha dont seulement le tiers est utilisable ; elle occupe environ 6 000 personnes. La production annuelle a dépassé 100 000 tonnes en 1974.

En conclusion cette technique, qui n'est pratiquable que dans des zones abritées sur fonds sablo-vaseux, offre des avantages incontestables : importance des surfaces exploita-

bles, absence de matériel destructible (pas d'installations en mer, etc...), facilitation et mécanisation du travail.

Elle nécessite d'importants investissements (bateaux spécialement équipés).

Toutefois, la surpopulation en mollusques permet le développement rapide des maladies ou des parasites. La crise de la mytiliculture hollandaise, provoquée en 1949 par la prolifération anormale du Copépode parasite *Mytilicola intestinalis* en est un exemple. A la suggestion du Dr. KORRINGA, la quantité de moules cultivées en Zélande fut diminuée ainsi que l'exploitation des parcs les plus profonds. L'installation de parcs dans la mer de Wadden, dépourvue de *Mytilicola* , fut couronnée de succès puisqu'elle permit à la production hollandaise de remonter de façon spectaculaire.

I.2. France : Parcs de la Loire Atlantique.

La culture des moules peut également se pratiquer, à la façon des huîtres, sur des parcs aménagés dans la partie basse de l'Estran qui découvre aux basses mers des moyennes et fortes marées (médiolittoral inférieur et infralittoral supérieur). Cette méthode est utilisée depuis plus d'un siècle en Loire inférieure, dans les régions du Croisic et de Pénestin.

Le naissain, recueilli sur les moulières naturelles, est répandu sur les parcs dont le sol a été préparé (enlèvement de la vase, nivellement). Comme pour les huîtres, les moules doivent être retournées et éclaircies pour faciliter la croissance.

La taille marchande (4-6 cm) est atteinte au bout de 18 mois à 2 ans pour les parcs les plus bas, parfois au bout de 3 ans pour les plus hauts. La récolte s'effectue à l'aide de chalands pouvant porter plusieurs tonnes. La production du Croisic est estimée à environ 2 300 tonnes par an ; la surface exploitée à 300 hectares. Le rendement est d'environ 100 tonnes à l'hectare.

Cette méthode demande relativement peu de matériel et d'investissements mais offre de nombreux inconvénients.

Elle est inféodée au rythme des marées, ce qui réduit le temps de travail.

Elle demande de très nombreuses et pénibles manipulations : retourner et éclaircir les moules, enlever la vase à la fin de la culture pour préparer les parcs à naissain les moules pouvant déposer jusqu'à 40 cm de vase en deux années.

En outre, ces parcs sont vulnérables et facilement perturbés par les tempêtes.

2. METHODES PAR FIXATION SUR DES SUBSTRATS VERTICAUX.

2.1. Les Bouchots.

Les bouchots sont constitués par des rangées de pieux verticaux plantés dans l'estran. Les moules sont captées sur ceux qui sont situés le plus au large (bouchots à naissain) puis transportés au fur et à mesure de leur croissance sur les pieux plantés plus à terre (bouchots d'élevage).

Cette culture ne peut se pratiquer que sur des côtes peu exposées, dotées de vastes estrans formés de sédiments meubles et situées dans des régions où l'amplitude de la marée est forte. Ainsi, les bouchots les plus élevés seront accessibles par marée moyenne, les plus bas seulement aux vives eaux.

La culture sur bouchots a pris naissance en France dans la Baie de l'Aiguillon à la limite du Poitou et des Charentes. Elle s'est d'abord développée vers le sud, en Charente maritime (Chatellaillon, Brouage) puis vers le nord : Baie de Bourgneuf, St-Brévin, embouchure de la Vilaine. Depuis plus de 10 années, elle est appliquée avec succès en Manche: Baie de St-Brieuc, du Mont St-Michel, Côte ouest du Cotentin entre Carteret et Granville, côte est du Cotentin entre St-Vaast et Isigny.

La production annuelle des bouchots est estimée à 40 000 tonnes (12 500 tonnes pour la région de Charente-

Vendée, 10 000 tonnes pour la Bretagne nord, 10000 tonnes pour la Normandie).

A) La culture des moules en Charente-Maritime.

Dans ce département, les moules sont cultivées exclusivement sur bouchots. Sur les 1 600 km concédés en France pour ce genre de culture, près de 600, c'est-à-dire, plus du tiers, se trouvent dans le quartier de La Rochelle, entre la Pointe du Groin, du Cou et la Charente.

La légende attribue l'origine de cette technique à un Irlandais, Patrick WALTON, qui, en 1235, aurait fait naufrage dans la baie de l'Aiguillon et se serait installé à Esnandes.

Jusqu'en 1855, seules les vases situées au sud de la Sèvre Niortaise étaient exploitées ; à la fin du siècle dernier les bouchots gagnèrent le Lay puis envahirent la côte jusque vers la Tranche. Ce n'est qu'après 1860 qu'ils commencèrent à apparaître dans d'autres régions : au sud du département d'abord, Fouras, Brouage, Oléron ; plus récemment, au nord de la Vendée (Baie de Bourgneuf), puis en Bretagne et Normandie.

a) Les pieux, description, mise en place.

Les pieux ont 4 à 6 mètres de haut et sont enfoncés de moitié dans le sol, la partie la plus mince dirigée vers le bas. Leur diamètre varie entre 12 et 25 cm. Ils étaient autrefois en pin ou en chêne, mais à l'heure actuelle, on emploie surtout ce dernier ; les pieux, en effet, ne sont pas traités contre les tarets et le chêne résiste mieux aux attaques de ces mollusques. Un pieu dure en moyenne de 6 à 8 ans.

Chaque pieu est planté avec son écorce. Si le sol est mou il est enfoncé simplement à la main ; dans le cas de sol plus résistant, on emploie une moto-pompe puissante munie d'une lance ce qui permet de creuser le sol avant la mise en place du pieu.

Les bouchots sont généralement établis sur des terrains dont la cote varie entre - 0,70 et + 1 m. par rapport au zéro des cartes marines. Leur implantation est réglementée ; ils

forment des lignes parallèles entre elles et perpendiculaires à la côte ou orientées dans le sens du courant. Des arrêtés précisent leur écartement, l'importance des passes qui doivent être ménagées, le nombre de pieux autorisé au mètre. Ces règles ne sont pas les mêmes dans toutes les régions car les conditions du milieu, la nature du sol, les courants, la richesse en éléments nutritifs et bien d'autres facteurs varient selon les zones. Entre l'embouchure du Lay et la Pointe de l'Aiguillon, pour donner un exemple, la longueur des bouchots ne doit pas excéder 50 mètres, ceux à naissain comprennent 129 pieux répartis sur 2 rangs et ceux d'élevage 84 pieux disposés en une seule rangée.

La mise en place des pieux a lieu au cours des 3 ou 4 premiers mois de l'année. Ceux qui sont destinés au captage doivent avoir le temps de se recouvrir de salissures diverses et notamment de l'hydraire *Tubularia mytiliflora* sur lequel se fixent d'abord les petites moules.

b) Le captage.

Le captage a généralement lieu de mars à juin sur les pieux des bouchots à naissain ou, depuis 1960, sur des cordes en coco disposées horizontalement. Ces dernières servent à alimenter les régions où le captage est déficient ou nul (Bretagne, Normandie). Dès que le naissain est assez fort, en avril-mai généralement, elles sont pêchées, transportées dans les secteurs d'élevage et enroulées autour des pieux sur lesquels les jeunes moules se fixent. Les cordes servent aussi à garnir les pieux à naissain qui, à l'époque du captage, n'étaient pas encore débarrassés des moules de l'année précédente et,de ce fait, n'ont pu capter convenablement.

c) Le boudinage.

Au fur et à mesure qu'elles grossissent, les moules tendent à former des paquets qui s'écartent du pieu et risquent de tomber. Un éclaircissement est de surcroît nécessaire si l'on ne veut pas voir la croissance ralentie du fait

de la trop grande densité des mollusques sur le pieu.
Le boudinage consiste à pêcher ces paquets sur les pieux à naissain et à les transférer sur les bouchots d'élevage situés plus en amont. Cette opération a lieu de juillet à décembre. En hiver, les moules poussent peu et il n'est plus nécessaire d'éclaircir. Celles qui sont encore sur les pieux à naissain y terminent leur croissance ; elles seront pêchées l'année suivante, pour la vente à la consommation.

Le boudinage est effectué en mettant les jeunes moules dans des filets cylindriques (boudins) qui sont ensuite enroulés autour des pieux.

d) La récolte, le tri et la vente.

La croissance est très variable selon les années et les secteurs. En général, les moules sont pêchées pour la vente dès le 1er Mai de l'année suivant leur captage si elles ont effectué toute leur croissance sur les pieux à naissain ou à partir de juillet sur les autres bouchots. Si les mollusques tendent à former des paquets qui menacent de tomber on peut coiffer les pieux avec des filets en nylon à grande maille (filets de catinage) qui maintiennent les animaux jusqu'au moment de la récolte. Celle-ci se fait à la main ou à l'aide de la demi-lune, sorte de panier en grillage fixé au bout d'un long manche et muni à sa partie antérieure d'une pièce métallique en forme de croissant.

Après leur pêche les moules sont triées et lavées, soit à terre, soit à bord du bateau, puis emballées dans des sacs de 25 kg.

Afin de pouvoir assurer des expéditions régulières pendant les périodes de mortes-eaux où les bouchots ne découvrent pas, les boucholeurs doivent mettre des moules en réserve. Celles-ci sont stockées dans des "arches" ou"réservoirs", sorte de coffres à claires-voies, en bois ou en ciment, munis de pieds plus ou moins hauts selon l'endroit où ils se trouvent et accessibles à toutes les marées.

Les ventes ont lieu en dehors de la période de reproduction, lorsque les moules sont grasses, c'est-à-dire, de mai-juin à février. Les mollusques mis sur le marché sont âgés de 12 à 20 mois et ont une longueur de 40 à 60 mm.

e) Le rendement.

Le rendement est extrêmement variable selon les secteurs et les années : un pieu peut en effet produire de 15 à 40 kg de moules marchandes. On considère que 25 kg est un rendement moyen normal pour le Pertuis Breton. Ce poids représente la quantité de moules produite par le pieu au moment de la récolte, mais, dans le cas de bouchots à naissain, ne tient pas compte des moules qui ont été transportées (boudinage) sur d'autres pieux. Bon an, mal an, on estime à 40 kg au mètre le rendement annuel moyen d'un bouchot. Il en faut 2 à 3 km pour faire vivre une famille de quatre personnes.

B) Les bouchots en Bretagne et Normandie.

La mytiliculture sur bouchots s'est remarquablement développée en Bretagne du nord (Baie de St-Brieuc, région de Cancale, baie du Mont St-Michel)et en Normandie (côte ouest du Cotentin, région de St-Vaast la Hougue et Baie des Veys).

La mytiliculture a pris un essor considérable sur les côtes de la Manche depuis une dizaine d'années. Les bouchots du Cotentin occupent actuellement une longueur de plus de 300 km, utilisant près de 500.000 pieux.

Sur les côtes du département de la Manche, les bouchots sont constitués par des doubles rangées de 100 mètres comprenant 250 pieux distants entre eux de 70 à 80 cm. La vaste surface des estrans à marée basse a permis d'attribuer de nombreuses concessions.

Toutefois, du fait de leur exposition, ces bouchots sont moins protégés des tempêtes que ceux de la région des Charentes-Vendée. Ils sont également beaucoup plus attaqués par les Tarets, un pieu en chêne n'est plus utilisable au bout de 4 années.

Un autre problème important de cette région est l'absence de captage local, les essais entrepris jusqu'ici s'étant révélés infructueux. Les mytiliculteurs achètent les cordes chargées de naissain dans la région de Noirmoutier ou en Charentes. Ces cordes sont reparquées en juin-juillet et disposées en rangées parallèles horizontales attachées à des bâtis, dans la partie la plus basse des parcs. Le naissain s'y développe jusqu'en septembre-octobre et atteint la taille de 10 à 15 mm. Les cordes sont alors coupées et enroulées en spirale sur les pieux qui ne tardent pas à être recouverts par les jeunes moules.

Dans cette région, le catinage est pratiqué dès la croissance du naissain sur le pieu car les mytiliculteurs s'efforcent de ne pas avoir à dédoubler les moules (boudinage) en essayant de couvrir le pieu de la quantité adéquate de naissain.

Les moules sont commercialisables au bout de 18 mois pour les zones les plus basses (infralittoral) et de 24 mois pour les plus hautes (médiolittoral). La production varie entre 15 à 30 kg par pieu avec un rendement moyen de 20 kg. Les travaux se font à basse mer, le matériel étant transporté à l'aide de tracteurs. Les moules récoltées sont épurées en les faisant séjourner dans des paniers placés sur des châssis, édifiés dans le médiolittoral. Il est également prévu la construction d'un bassin d'épuration dans la région de Blainville.

Il faut également signaler dans cette région les importants dégâts causés par les prédateurs :

- le crabe vert (*Carcinus moenas*) qui s'attaque au naissain et qui est peut être responsable de l'absence de captage en Normandie.
- le Bernard l'Hermite (*Eupagurus bernhardus*) dont les jeunes individus sont très abondants dans l'infralittoral.
- des Mollusques (*Nucella lapillus, Ocenebra erinacea)*.
- des Oiseaux : goélands, mouettes, mais surtout les canards qui peuvent, à marée basse et pendant les périodes de grand froid, dépouiller de leurs moules des rangées entières de pieux.

La lutte contre les prédateurs est illusoire ; les mytiliculteurs ont essayé, pour lutter contre les crustacés, d'entourer la base des pieux d'un cylindre de matière plastique dont l'extrémité supérieure est découpée en collerette de façon à empêcher les crabes ou bernards l'hermite de monter au niveau des moules.

En conclusion, nous voyons que la culture sur bouchots offre un certain nombre d'avantages : utilisation de vastes surfaces d'estran dans des zones à fortes marées, installations facilement accessibles par des engins agricoles, surveillance constante de l'élevage.

Toutefois, ses inconvénients sont également importants. L'occupation des plages pose des problèmes d'aménagement du territoire (développement du tourisme) et il est incontestable que dans des régions peu ouvertes, les bouchots provoquent l'envasement des estrans. Dans les zones soumises à de forts courants, les installations sont vulnérables et il conviendrait de remplacer les pieux en bois par des pieux en béton.

Les manipulations sont longues, pénibles et nécessitent une main-d'oeuvre qualifiée ; le temps de travail sur les parcs est relativement court et limité aux basses mers.

Enfin, la surpopulation dans certaines régions peut avoir des conséquences fâcheuses, non seulement pour la croissance des moules qui est longue, mais aussi pour la propagation des épidémies ou parasites. Il conviendrait donc de mettre au point une technologie mieux adaptée à ce type de culture et de connaître de façon précise les potentialités des différentes régions.

2.2. La culture sur cordes.

A. Les parcs : Méditerranée et Adriatique.

L'absence ou la faible amplitude des marées a permis, dans les zones littorales peu profondes et protégées ou dans les étangs côtiers, l'implantation de parcs.

Ces derniers étaient constitués autrefois par des pieux verticaux en bois plantés dans le substrat. Leurs extrémités supérieures, situées au-dessus du niveau de la mer étaient reliées par des câbles ou des perches horizontales supportant les cordes à moules. Ces installations assez fragiles (pergolare) sont aujourd'hui

remplacées par des pieux verticaux métalliques reliés entre eux par de fortes traverses horizontales. La durée de tels parcs est d'environ 20 ans.

Ce type d'exploitation s'est développé en France dans les étangs littoraux de la côte du Languedoc (Leucate, 22 ha, Thau, 165 ha) de la Corse (80 ha) et dans la rade de Toulon (27 ha). La production totale de ces diverses régions est estimée à 12 000 tonnes par an.

La technique de culture est à peu près partout la même. Le naissain est collecté soit sur des cordes de coco très usées, soit sur des"cordes dites marseillaises" en nylon polyamide, soit sur des filets tubulaires en "Netlon". Ces collecteurs sont placés en automne ou au début du printemps. Ils sont disposés verticalement ; leur longueur dépend de la profondeur et ne dépasse pas 4,5 mètres de long, au-delà, ils deviennent trop lourds.

Le naissain est calibré au tamis et les jeunes moules (10 à 20 mm) sont introduites à l'aide d'un large entonnoir ou goulotte dans un filet cylindrique en coton putrescible. Les mytiliculteurs confectionnent ainsi un boyau de 3 à 4 m. de longueur et de 7 à 12 cm de diamètre. Celui-ci est alors entouré par un filet à larges mailles carrées de 30 à 40 mm, "la corde marseillaise". Ce fourreau est cousu de façon à maintenir fermement le boyau en coton renfermant le naissain. On obtient alors des cordes cylindriques qui sont immergées ; peu de temps après la mise en eau, les jeunes moules se fixent fortement les unes aux autres par leurs byssus, puis le filet de coton disparaît rapidement. La "corde marseillaise" du fait du poids important des moules, devient de plus en plus interne et finit par constituer l'axe sur lequel se fixent les mollusques dont la croissance s'effectue alors librement vers l'extérieur, sans déformations de la coquille.

Cette corde est laissée in situ de 6 à 10 mois,suivant l'importance de la pousse. Il convient alors de la dédoubler car les moules sont trop serrées et le poids de la corde est devenu trop important. De nouvelles cordes sont confectionnées de la même manière, toutefois, beaucoup de mytiliculteurs disposent tous les 15 à 20 cm, des liens en raphia afin d'empêcher le glissement des moules vers le bas. Ces cordes moins chargées restent environ 6 à 8 mois. Les moules atteignent alors 70 à 90mm et sont récoltées pour être vendues.

Le rendement par mètre de corde est environ de 150 à 200 individus représentant un poids de 7 à 8 kg. Une tonne de naissain donne 6 à 7 fois son poids de moules marchandes. Enfin le rendement à l'hectare de parc peut être estimé à 50-60 tonnes.

Le principal centre d'élevage se situe dans l'étang de Thau (11 000 tonnes par an).

La mytiliculture en rade de Toulon, après avoir été prospère (58 parcs de 5000 m2 concédés en 1959) connaît alors une crise, la production étant passée de 895 tonnes en 1960 à moins de 300 tonnes en 1974. Les modifications de la baie du Lazaret apportées par la construction d'un port de plaisance aux Sablettes, l'apport de matériaux divers (décharges, terres chargées de pesticides, etc...) sont vraisemblablement responsables de la crise actuelle (mauvaise croissance des moules.

En conclusion, cette technique nécessité plus de manipulations que la culture sur bouchots et un important matériel (parcs, bateaux, etc...) Elle présente l'avantage de pouvoir travailler sans la servitude des marées.

Un inconvénient important, dans les baies peu ouvertes ou les étangs littoraux réside dans l'abondant développement des salissures (hydraires, bryozoaires, ascidies, balanes, algues, etc...) qui alourdissent les cordes et empêchent la croissance des moules. Les cordes sont retirées périodiquement et exposées à l'air pendant une journée, ce qui suffit pour détruire l'épifaune.

B. Les radeaux : Espagne - Corée.

Ce type de culture s'est développé en Espagne dans les baies profondes ou rias des côtes atlantiques (Gallice). Les conditions d'élevage de la moule (*Mytilus galloprovincialis*) y sont particulièrement favorables du fait de la grande profondeur de ces baies (jusqu'à - 60 m) et de la protection contre les tempêtes. Par ailleurs, la croissance est favorisée par une extraordinaire richesse des eaux en phytoplancton due à une haute productivité primaire consécutive à la présence d'un "up welling" situé à proximité de ces zones, surtout pendant le printemps (LORIZ & GONZALES, 1975).

TENORE & GONZALES, 1975, ont également montré que la culture intensive des moules avait eu pour conséquence un enrichissement des communautés benthiques du fait de la grande quantité de matières organiques rejetées par les moules.

Le naissain est recueilli sur cordes. Celles-ci étaient autrefois fixées à des pontons ou à de vieilles coques de navires. Aujourd'hui, on emploie des radeaux. Ces cadres flottants sont constitués par 1 à 6 flotteurs en bois recouvents de ciment ou matière plastique. Ces flotteurs, dont l'ensemble constitue un carré, sont entourés par des madriers formant un cadre de dimension 18x19m.

Les cordes fixées aux madriers mesurent de 3 à 12 m de longueur, chaque cadre pouvant supporter jusqu'à 600 cordes. La croissance du naissain est rapide, la taille marchande(7 à 9cm) étant obtenue au bout de 10 à 12 mois. La production moyenne est de l'ordre de 50 tonnes de moules commerciales par cadre flottant. Il existe actuellement plus de 3 000 parcs flottants en Gallice qui assurent environ 97 % de la production de moules en Espagne. Celle-ci a dépassé 100 000 tonnes en 1974.

La même technique est actuellement pratiquée en Corée du Sud avec autant de succès qu'en Espagne.

CONCLUSIONS.

L'exploitation des gisements naturels de moules a été pendant longtemps une ressource importante. Leur disparition progressive au cours de ces deux derniers siècles a incité la culture de ces mollusques.

Le problème du naissain est ici moins important que pour les huîtres car, à l'exception de quelques régions (Normandie), le captage s'effectue facilement, soit sur les parcs, soit à proximité.

Les techniques utilisées en mytiliculture sont très strictement adaptées à l'amplitude de la marée et à la morphologie de la côte. Les plus forts rendements sont obtenus en Espagne et en Corée par cultures sur cordes suspendues à des radeaux mais peu de régions se prêtent à ce type de culture très rentable, car facilement mécanisable.

Pour les autres méthodes, en particulier pour les bouchots, il conviendrait de repenser la technologie et de mieux l'adapter aux exigences économiques. De telles études sont indispensables ; nous souhaitons qu'elles soient entreprises en étroite collaboration entre la profession et les chercheurs scientifiques.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANDREU, B., 1958.- Sobre el cultivo del mejillon en Gallicia. *Inv.Pesq.Vigo, 32 : 745-746.*

LORIZ, J.C. & GONZALEZ, N., 1975.- Phytoplankton in relation with nutrients concentration in the Ria de Arosa. *10th European symposium on Marine Biology, Ostende(ss-presses)*

LUBET, P., 1959.- Recherches sur le cycle sexuel et l'émission des gamètes chez les Mytilidés et les Pectinidés. *Rev.Trav.Inst.Sci.Tech.Pêches mar.Paris, 23 (3) : 384-548.*

LUBET, P., 1973.- Exposé synoptique des données biologiques sur la moule *Mytilus galloprovincialis Lmk.* *Synop.F.A.O., 88, 1-8 : 5*

LUBET, P., 1974.- La mytiliculture et son évolution récente *Penn ar Bed, 9, 317-326.*

MASSON, M., 1975.- Recherches expérimentales sur la nutrition des larves des moules. *Thèse Doc.Sp., Caen, 1975.*

SEED, R., 1971.- A physiological and biochemical approach to the taxonomy of *Mytilus edulis* L. and *Mytilus galloprovincialis Lmk.* from S.W. of England. *Cah.Biol.mar.Roscoff, 12(3) : 291-322.*

TENORE, K.R. & GONZALEZ, N., 1975.- Food chain patterns in the Ria Arosa, Spain : an area of intensive mussel aquaculture. *10thEuropean Symposium on Marine biology, Ostende (sous-presses).*

CROISSANCE DE LA COQUILLE SAINT-JACQUES *(Pecten Maximus* L.*)* EN RADE DE BREST ET EN BAIE DE SAINT-BRIEUC (1)

par Dominique BUESTEL & Alain LAUREC (2)

RESUME

La croissance annuelle de la Coquille Saint-Jacques a été étudiée grâce à la courbe de VON BERTALANFFY. Cette courbe peut être modulée pour représenter l'arrêt de croissance hivernal. La croissance des jeunes animaux fixés suit la courbe générale lorsque ces mollusques sont nés en juillet ou en août.

SUMMARY

GROWTH OF THE SCALLOP *(Pecten Maximus* L.) IN THE BREST AND SAINT-BRIEUC BAYS

The growth from year to year has been described by a Von Bertalanffy curve. This curve must be modulated in order to represent the winter growth stopping. The growth of the younger (fixed) animals fits the general curve only for the animals born in july or august.

(1) Contribution n°387 du Département Scientifique du Centre Océanologique de Bretagne.

(2) Centre Océanologique de Bretagne (CNEXO) - 29 N PLOUZANE

I - COLLECTE DES DONNEES - MATERIEL.

Les données ont été collectées en rade de Brest et en baie de Saint-Brieuc au cours des années 1973-1974 et début 1975. Les animaux libres sur le fond ont été capturés à la drague, les échantillonnages étant effectués de façon à avoir des données pour chaque mois de l'année. Les juvéniles fixés ont été captés sur des collecteurs inspirés de modèles japonais et immergés tous les quinze jours environ durant l'été 1973.

II - METHODE DE DETERMINATION DE L'AGE - MESURES.

Il a été bien établi (GIBSON, 1956 ; MASON, 1957) et nous avons pu le vérifier, qu'un anneau est déposé chaque année à la suite d'une période d'arrêt de croissance qui a lieu en hiver (décembre-janvier-février). La taille aux anneaux correspond à la taille au mois de janvier La présence de ces anneaux permet de déterminer facilement l'âge des animaux.

Les histogrammes de fréquence de taille ont été utilisés pour suivre la croissance des très jeunes individus durant le stade fixé à l'aide des modes qui y sont repérables.

Les mesures ont été faites dans le sens de la largeur sur la valve gauche, de l'umbo aux différents anneaux et au bord de la face ventrale ; ceci à la règle et au millimètre près.

III - RESULTATS.

1.- Croissance des juvéniles fixés.

Sur des collecteurs immergés de juillet à octobre 1973 en baie de Saint-Brieuc, cinq séries de fixations bi-hebdomadaires ont été repérées (voir tableau et figure). Les modes observés peuvent être suivis, et la première fixation notamment montre que la croissance est maximale en août-septembre-octobre (accroissement journalier moyen de 0,3 mm). Elle diminue nettement en novembre pour s'arrêter en décembre.

2.- Croissance des stades ultérieurs. Expression mathématique de la croissance.-

2.1.- Croissance en taille annuelle :

La croissance d'anneau en anneau constitue

constitue la croissance annuelle. Elle peut être décrite par l'équation de Von Bertalanffy : $Lt = L\infty \left(1-e^{-k(t-to)}\right)$. La méthode d'ajustement utilisée est celle de TOMLINSON et ABRAMSON (1961). Les résultats figurent dans les tableaux.

2.2.- Modulation saisonnière de la croissance :

La courbe simple de Von Bertalanffy ne rend pas compte des variations saisonnières observées de la croissance. Pour rendre compte de ce phénomène, il a été fait appel à la notion de temps interne définie par RICKER (1958). Il s'agit d'un temps physiologique (relatif) pouvant différer du temps absolu. Si u est le temps interne, t le temps absolu, tA le temps d'arrêt de la croissance : $\frac{du}{dt} = 1 + \lambda \sin\left(2\pi (t-tA) - \frac{\pi}{2}\right)$ $0 \leqslant \lambda \leqslant 1$. Dans le cas de la coquille Saint-Jacques, $\lambda = 1$ a été retenu. Les résultats obtenus en utilisant le temps interne dans l'équation de Von Bertalanffy sont reportés sur la figure (courbes modulées).

2.3.- Croissance des autres caractères morphométriques :

La coquille croît de façon isométrique en longueur, largeur et hauteur comme l'indique MASON (1957). Cependant le poids de la coquille croît moins vite que le cube de la largeur (l'exposant exact trouvé est 2,75), ceci suggère que l'épaisseur des parois croît moins vite que la largeur. La cavité palléale croissant de façon isométrique, il n'y a pas d'allométrie significative au niveau des relations longueur-poids muscle, ou longueur-poids des parties molles. Par contre, le coefficient de condition varie au cours de l'année d'une façon qu'il conviendra de préciser par des études ultérieures.

IV - DISCUSSION - CONCLUSIONS.-

1.- Méthodologie

L'hypothèse émise que les différents modes peuvent être suivis chez les stades fixés reste à confirmer mais semble très vraisemblable. Les résultats présentés donnent une croissance moyenne pour les deux gisements. Il existe de nombreuses variations (critère local, croissance plus ou moins bonne selon les années, variations individuelles).

2.- Résultats.-

Pour les stades fixés, seule la croissance des animaux issus

des premières fixations rentre bien dans le cadre général de la croissance. Un problème se pose quant au devenir des animaux issus des dernières fixations et mesurant quelques millimètres à l'entrée de l'hiver. Il est probable que les taux de survie chez ces derniers sont beaucoup plus faibles.

Les paramètres des courbes de croissance montrent que les croissances sont significativement différentes en rade de Brest et en baie de Saint-Brieuc. La valeur plus grande trouvée pour K en rade de Brest traduit un métabolisme plus élevé, ce qui semble bien correspondre au fait que ces animaux sont matures toute l'année contrairement à ceux de la baie de Saint-Brieuc où la maturation n'a lieu qu'au printemps.

3.- Perspectives.-

Nous tenterons de décrire quantitativement l'importance respective des différentes séries de fixation en baie de Saint-Brieuc et de déterminer les différents taux de survie par des élevages en milieu naturel. L'étude des paramètres de la croissance sera étendue à divers gisements couvrant une large échelle géographique, de façon à essayer de dégager les facteurs principaux conditionnant la croissance.

ooooo

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

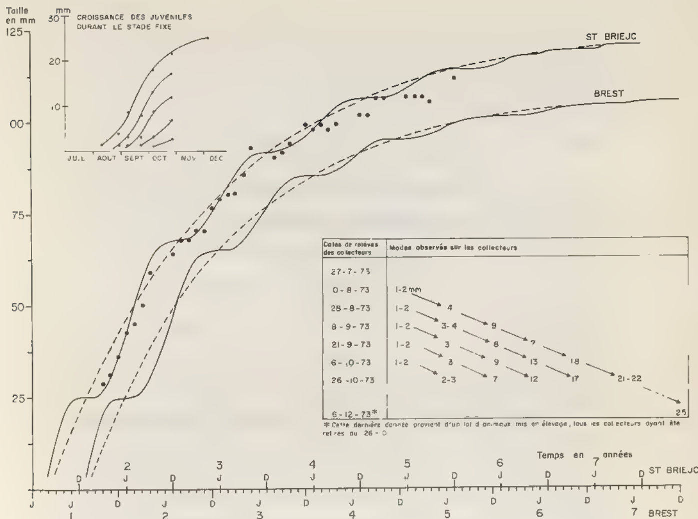
BAIRD, R.H., 1966 - Notes on an escallop *(Pecten maximus)* population in Holyhead Harbour. *J. mar. biol. Ass. U.K., 46*, 33-47.

GIBSON, F.A., 1956 - Escallops *(Pecten maximus)* In Irish waters. Scientific proceedings of the Royal Dublin Society, T. 27.

MASON, J., 1957 - The age and growth of the scallop, *Pecten maximus* L., in Manx waters. *J. mar. biol. Ass. U.K., 36*, 473-492.

RICKER, W.E., 1958 - Handbook of computations for biological statistics of fish populations. *Bulletin 119 Fisheries Research Board of Canada*, .

TOMLINSON, P.K. and ABRAMSON, N.J., 1961 - Fitting a Von Bertalanffy growth curve by least squares. *Calif. Dep. Fish Game, Fish. Bull., 116*, 69 p.



L'origine d'une des courbes a été décalée sur l'échelle de temps pour plus de clarté

– – – – Croissance moyenne ajustement Von Bertalanffy

——— Croissance modulée

• • • Points expérimentaux

CROISSANCE ANNUELLE EN BAIE DE ST BRIEUC

Age en années	Anneaux	Longueurs théoriques	Longueurs expérimentales (moyennes)	Erreurs de la moyenne	Taille de l'échantillon
0,5	1	25,35	25,58	0,146	754
1,5	2	67,99	67,39	0,178	1183
2,5	3	92,23	93,80	0,245	566
3,5	4	106,03	105,8	0,404	250
4,5	5	113,87	111,94	0,908	66
5,5	6	118,33	118,00	1,043	33

Estimation des paramètres		Erreurs standard
L infini	124,21	0,7
K	0,564	0,008
to	0,095	0,006

CROISSANCE ANNUELLE EN RADE BREST

Age en années	Anneaux	Longueurs théoriques	Longueurs expérimentales (moyennes)	Erreur de la moyenne	Taille de l'échantillon
0,5	1	23,36	24,07	2,047	300
1,5	2	63,78	62,32	0,432	616
2,5	3	84,61	86,34	0,204	586
3,5	4	95,34	95,4	0,244	360
4,5	5	100,87	100,01	0,280	246
5,5	6	103,72	102,88	0,399	123
6,5	7	105,19	104,51	0,559	57
7,5	8	105,94	106,18	0,859	28
8,5	9	106,33	106,43	1,232	7

Estimation des paramètres		Erreurs standard
L infini	106,75	0,91
K	0,663	0,020
to	0,127	0,020

HALIOTIS Vol. 5 1975 (1976)

EVALUATION DE L'ABONDANCE DE LA PHASE EXPLOITEE DES COQUILLES SAINT-JACQUES, *Pecten maximus* L. DE LA BAIE DE ST-BRIEUC

par Hervé DUPOUY (1)

RESUME

En une année, 18 % seulement des coquilles Saint-Jacques ont survécu à l'action combinée des mortalités par pêche et naturelle.

En prenant comme hypothèse un taux annuel de mortalité naturelle de 20 %, on arrive à la conclusion qu'au cours d'une saison de pêche, 75 % des individus de la phase exploitée du stock ont été capturés.

SUMMARY

ESTIMATED IMPORTANCE OF THE EXPLOITED PART OF THE *P. maximus* STOCK IN ST-BRIEUC BAY

During one year, only 18 % of scallops survived the combination of fishing and natural mortalities.

Supposing the annual rate of natural mortality being of 20 %, it is assessed during fishing season 75 % of individuals from the exploited part of the stock were caught.

(1) ISTPM - BP 1049 - NANTES-CEDEX.

INTRODUCTION.

La pêcherie de coquilles Saint-Jacques de la baie de Saint-Brieuc, sur la côte nord de Bretagne, s'est développée à partir de l'année 1963 d'une manière telle que la production est passée de 2 000 t pour la saison 1964-1965 à près de 14 000 t pour la saison 1972-1973. L'exploitation, qui est limitée à la saison hivernale, est le fait de 800 marins répartis sur 360 navires.

L'ISTPM a établi en 1973 un programme de recherche afin de rationaliser la production de cette ressource essentielle au maintien des activités de pêche dans ce secteur.

L'évaluation de la phase exploitée du stock est l'un des objectifs préliminaires. La présente étude est fondée sur l'examen de la composition en âge des captures et sur l'analyse des statistiques, portant sur les deux dernières saisons de pêche. Les observations ont été faites soit sur des navires de pêche d'Erquy, soit sur le "Roselys II" de l'ISTPM, et portent sur plus de 12 000 coquilles.

RESULTATS.

Les captures sont constituées pour l'essentiel d'individus de 1,2 et 3 anneaux d'hiver ; mais en raison d'une taille minimum réglementaire (10 cm dans le sens antéropostérieur), seuls les individus de 2 anneaux et plus sont conservés pour la commercialisation. Nous définirons donc comme phase exploitée les individus de taille commercialisable susceptibles d'être capturés.

Connaissant d'une part les pourcentages respectifs des individus de 2 anneaux et plus dans les captures et, d'autre part, le poids moyen des individus de chaque groupe d'âge au cours de la saison de pêche, nous avons reconstitué dans le tableau suivant la composition des mises à terre pour les deux dernières saisons de pêche.

Le tableau montre que, au jour près, les deux saisons de pêche se sont étalées sur la même période et que la production, malgré une légère augmentation du nombre de navires (+ 6 %), a diminué sensiblement (- 20 %). En outre, la part de chacun des groupes d'âge n'est pas le même pour les deux saisons, le groupe II passant de 70 % à 76%, le groupe III de 28 % à 16 % et les groupes IV et supérieurs à IV de 2 % à 8 %.

	Saison 1973-1974 (5 novembre 1973 au 18 avril 1974)	Saison 1974-1975 (3 novembre 1974 au 17 avril 1975)
Production...	10 000 tonnes	8 000 tonnes
Groupe II.... Groupe III... Groupes IV et > IV	$53\ 200 \times 10^3$ ind. $21\ 300 \times 10^3$ $1\ 800 \times 10^3$	$46\ 056 \times 10^3$ $9\ 758 \times 10^3$ $4\ 669 \times 10^3$
Flotille .	340 unités	360 unités

Nous avons constaté par ailleurs, que l'efficacité de la drague à volet, utilisée sur les navires de pêche, ne présente pas de différence significative quant à son efficacité pour les individus dont la plus grande dimension antéropostérieure est supérieure à 90 mm.

Sachant que le temps de pêche, fixé réglementairement, est resté identique, l'augmentation de l'effort de pêche, mesuré par l'accroissement de la flotille, a été considéré comme négligeable en première approximation.

Dans ces conditions, les variations de l'abondance des captures d'une saison à l'autre, traduit dans le même rapport, les variations de l'abondance de la phase exploitée.

Ainsi, les individus nés en 1971 sont passés de 53 200 000 dans les apports de la saison 1973-1974 à 9 750 000 dans les apports de la saison suivante.

En une année, leur nombre a donc diminué de 82 % par le fait de la mortalité par pêche et de la mortalité naturelle.

A la suite des travaux de BAIRD (1966) et de GRUFFYD (1974), sur des gisements non exploités de coquilles Saint-Jacques, *Pecten maximus*, de Grande Bretagne, et en se référant aux données de PRIOL (1930), LE GALL (1952) et de FAURE (1956 et 1966) sur des gisements

de nos côtes en début d'exploitation, nous avons retenu un taux moyen de mortalité naturelle de 20 % l'an. Ce taux appliqué seul amènerait en 10 années la disparition de 90 % des effectifs d'une classe d'âge.

Dans le cas de la pêcherie de la Baie de Saint-Brieuc, la seule mortalité naturelle est intervenue au cours de la période comprise entre le 19 avril et le 3 novembre 1974. En utilisant l'équation du GULLAND (1969) il est possible de calculer le pourcentage des survivants au bout de cette période, à condition de transformer préalablement le taux de mortalité naturelle annuel en coefficient hebdomadaire M^h, soit :

$$0{,}20 = e^{-M^h \times 52} \qquad \text{d'où} \qquad M^h = 42{,}3 \times 10^{-4}$$

La valeur de M^h est réintroduite dans l'équation, multipliée par le nombre de semaines de fermeture de la pêche, soit 29 ; nous calculons ainsi que pour 100 individus vivants le 3 novembre 1974, il y en avait 113 le 18 avril 1974.

Or, nous avons vu plus haut que 82 % des individus avaient péri en 1 année, donc pour 100 individus vivants au 3 novembre 1974, ils étaient 555 de la même classe d'âge vivants 1 an plus tôt, c'est-à-dire à l'ouverture de la saison 1973-1974.

Le rapport $\frac{113}{555}$ exprime donc le pourcentage de survivants à la fin de la saison de pêche ; il est donc la conséquence de l'action combinée de la mortalité naturelle et la mortalité par pêche pendant les 23 semaines d'exploitation.

Connaissant déjà la valeur du coefficient de mortalité naturelle M^h, nous pouvons calculer la valeur du coefficient de mortalité hebdomadaire par pêche F^h en réutilisant l'équation de GULLAND. En effet :

$$\frac{113}{555} = e^{-(F^h + M^h) \times 23} \qquad \text{d'où} \qquad F^h = 650 \times 10^{-4}$$

Par ailleurs, la totalité des individus morts et le nombre des individus morts par pêche (Nc) pendant la même période, sont liés par le même rapport que les coefficients de mortalité respectifs ; ceci s'exprime par l'équation : $\frac{F^h + M^h}{F^h} = \frac{No - Ns}{Nc}$

No représentant le nombre d'individus total d'un groupe d'âge vivant au 5 novembre 1973 et,

Ns représentant les individus survivants au 18 avril 1974.

La valeur de No - Ns ainsi obtenue, nous avons déterminé la valeur de No en transformant une nouvelle fois l'équation de GULLAND.

$$\frac{Ns}{No} = e^{-(F^h + M^h)\,t} \quad \text{en} \quad No = \frac{No - Ns}{1 - e^{-(F^h + M^h)\,t}}$$

Nous avons pu ainsi rétablir la valeur de No représentant la quantité d'individus au 3 novembre 1974 pour les différents groupes d'âge.

Puis, les valeurs de Ns représentant le reliquat d'individus au 18 avril 1975 ; nous avons fait correspondre à ce nombre d'individus le poids théorique qu'ils représentent dans la phase exploitée. Le tableau suivant exprime ces résultats ainsi que ceux obtenus de la même façon pour la saison 1974-1975 (se reporter à la page184).

Nous avons exprimé graphiquement l'évolution de l'abondance de la classe d'âge correspondant aux individus nés en 1971, depuis sa mise en exploitation jusqu'à sa disparition (traits pleins) et la décroissance théorique qu'elle aurait subie si l'exploitation était nulle (en pointillés). (Le graphique est reporté à la page 185)

CONCLUSION.

Pour un taux annuel moyen de mortalité naturelle de 20 %, la mortalité par pêche atteint en 23 semaines d'exploitation saisonnière 75 % des individus de la phase exploitée.

A l'ouverture de la saison suivante, il ne restera plus que 18 % des individus. Cette situation est dangereuse pour l'avenir, car si un mauvais recrutement survient, il n'est plus possible d'assurer la rentabilité de la flotille.

A partir de ce premier travail, et compte tenu des données que nous possédons par ailleurs sur la reproduction, la croissance et la sélectivité des engins, il devient alors possible d'envisager des solutions afin de régulariser au maximum la production.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BAIRD, R.H., 1960 - Notes on an escalopp *(Pecten maximus)* population in Holyhead Harbour. *J. Mar. biol. Ass. U.K.*, *46*, 33-43.

FAURE,L., 1956 - La coquille Saint-Jacques (*Pecten maximus* L.) de la rade de Brest. *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit.*, *20 (2)*,119-132.

FAURE,L., 1966 - Etude des stocks de coquilles Saint-Jacques de Bretagne en 1966. Science et Pêche, *Bull. Inst. Pêches marit.*, *(153)*, 1-12.

GULLAND, J.A., 1969 - Manual of methods for fish stock assessment. Part. 1 Fish Population Analysis. *FAO Mari. Fish. Sci.*, *(4)*, 1-154.

GRUFFYDD, LI.D., 1974 - An estimate of natural mortality in a unfished population of the scallop *Pecten maximus* (L.) - *J. Cons. int. explor. mer*, *35 (2)*, 210-212.

PRIOL, E., 1930 - *Rev. trav. Off. Sc. Pêches Marit.*, *3 (2)*,143-173.

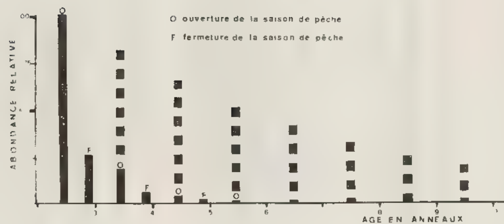
LEGENDE DE LA FIGURE

Evolution comparée de l'abondance relative d'une classe d'âge de coquilles Saint-Jacques :

- en pointillés : l'exploitation est nulle (taux théorique de mortalité naturelle de 20 %).
- en traits pleins : l'effort de pêche atteint son niveau actuel (taux de mortalité totale de 82 %).

Année de naissance	Ouverture du 5 novembre 1973		Fermeture du 18 avril 1974		Ouverture du 3 novembre 1974		Fermeture du 17 avril 1975	
	individus	tonnes	individus	tonnes	individus	tonnes	individus	tonnes
1972	-	-	-	-	$60,89 \times 10^6$	7 612	$12,39 \times 10^6$	1 549
1971	$71,11 \times 10^6$	8 889	$14,47 \times 10^6$	1809	$12,82 \times 10^6$	1 831	$2,61 \times 10^6$	373
1970	$28,44 \times 10^6$	4 063	$5,79 \times 10^6$	827	$5,12 \times 10^6$	932	-	-
1969	$2,03 \times 10^6$	369	-	-	-	-	-	-
TOTAL....	$101,58 \times 10^6$	13 321	$20,26 \times 10^6$	2636	$78,38 \times 10^6$	10 375	$15,00 \times 10^6$	1 922

Estimation de l'abondance des classes d'âges de la phase exploitée, en nombre d'individus et, en poids, à l'ouverture et à la fermeture des deux saisons de pêche


O ouverture de la saison de pêche
F fermeture de la saison de pêche
ABONDANCE RELATIVE
AGE EN ANNEAUX

HALIOTIS Vol. 5 1975 (1976)

CORRELATIONS BIOLOGIQUES CHEZ LA SEICHE (*Sepia officinalis* L., MOLLUSQUE CEPHALOPODE) : RELATIONS ENTRE TEMPERATURE, CROISSANCE, DUREE DE VIE ET TAILLE MAXIMALE

par Alain RICHARD (1)

RESUME

La biologie de la seiche est conditionnée par la température : les résultats, analysés par des méthodes statistiques, confirment les lois de PUTTER (1920) : l'animal soumis à des températures élevées a une croissance rapide mais une durée de vie plus courte et atteint une taille plus faible.

SUMMARY

BIOLOGICAL CORRELATIONS BETWEEN TEMPERATURE, GROWTH, DURATION OF LIFE & MAXIMAL SIZE IN THE CUTTLEFISH

The biology of the cuttlefish is governed by temperature : the results, statisticaly confirmed, are in accord with the PUTTER's laws (1920) : the animal rearing in water the temperature of witch is warmer, grows faster but dies sooner and reachs a smaller length.

oooo

Les résultats de l'élevage de seiche, réalisé en laboratoire

(1) Université de Lille I, Institut de Biologie Maritime
62930 - WIMEREUX

depuis 1965 (RICHARD, 1971) confirment le rôle biologique essentiel de la température. En comparant les résultats obtenus entre différents lots d'animaux élevés dans des bacs à température contrôlée, il est apparu, qu'en relation avec les différences considérables de croissance des seiches, on notait également des différences dans la taille maximale et la durée de vie des céphalopodes des différents lots expérimentaux. Pour préciser les relations existant entre ces variables biologiques, nous avons procédé à une analyse statistique de ces corrélations (tableau 1).

RESULTATS :

1 - INFLUENCE DU RYTHME DE CROISSANCE INITIALE :

a/ Corrélation entre rythme de croissance initiale et durée de vie :

Nous avons exprimé le rythme de croissance initiale par la valeur (Δ L) moyenne d'accroissement linéaire journalier des seiches d'un même lot, en calculant, arbitrairement cette moyenne sur les 100 premiers jours de vie en élevage soit $\Delta L = \frac{L100 - L0}{100}$. En utilisant le système des coordonnées rectangulaires et en portant pour chaque valeur de Δ L, la durée de vie maximale (2) pour chaque lot de seiche, on obtient un diagramme de dispersion (Figure 1), qui semble indiquer une corrélation négative entre ces deux valeurs : les seiches qui vivent le plus longtemps semblent être celles dont la croissance initiale a été la plus faible.

L'étude mathématique de cette dispersion montre qu'il existe une corrélation linéaire inverse entre ces deux variables. Le calcul de l'équation de cette droite de régression a été fait par la méthode des moindres carrés avec la totalité des résultats (chaque point du graphique (figure 1) correspond en réalité au point moyen de l'ensemble des seiches d'un même lot). La valeur statistique de cette liaison (tableau 1) atteste de la relation très étroite qui unit ces deux

(2) La durée de vie maximale pour chaque lot de seiches correspond en fait à l'âge des animaux calculé depuis l'éclosion jusqu'au moment où s'effectue la dernière mesure (taille maximale) portant sur un effectif statistiquement suffisant.

variables malgré le faible nombre de seiches observées.

b/ Corrélation entre rythme de croissance et taille maximale : on peut constater (figure 2), après une étude respectant le même protocole d'analyse statistique que précédemment, qu'une corrélation inverse, très significative, unit le rythme de croissance et la taille maximale.

c/ Corrélation entre durée de vie et taille maximale : on peut vérifier (figure 3) que la durée de vie et la taille maximale sont bien liées entre elles. La droite de régression qui exprime cette corrélation positive exprime graphiquement la règle qui veut que les animaux qui vivent le plus longtemps atteignent les plus grandes tailles.

2 - INFLUENCE DE LA TEMPERATURE :

a/ Corrélation entre température et rythme de croissance initiale : En utilisant le système des coordonnées rectangulaires et en portant, pour chaque valeur de température, la valeur moyenne de l'accroissement linéaire journalier (Δ L), on obtient un diagramme de dispersion (figure 4) qui indique une corrélation positive entre ces deux valeurs, ce qui confirme le rôle essentiel de la température sur la croissance (RICHARD, 1966). Le calcul du coefficient de corrélation très proche de 1 précise l'étroitesse de cette liaison (tableau 1). La formule qui exprime cette relation graphique entre température et croissance n'est cependant valable qu'entre certaines limites biologiques : la seiche meurt en effet à des températures inférieures à 7° C ou supérieures à 30° C.

b/ Corrélation entre température et durée de vie : Les résultats (tableau 1, figure 5) indiquent une très nette corrélation négative entre ces deux variables : la longévité des seiches est donc plus forte lorsqu'elles sont élevées en eau plus froide.

c/ Corrélation entre température et taille maximale : Le diagramme de dispersion (figure 9) semble indiquer qu'il existe une corrélation inverse entre température et taille maximale. Cependant, avec nos résultats (tableau 1) il n'est pas possible de vérifier si cette relation est significative.

DISCUSSION.

Les différents résultats d'analyse statistique d'observations peuvent être résumés ainsi : Dans une eau chaude, la seiche croît très rapidement mais meurt jeune. Elle atteint une taille maximale inférieure à celle d'une seiche élevée en eau froide dont la croissance initiale est plus lente.

Il ne nous est pas possible de trouver des points de comparaison chez d'autres céphalopodes (3). Des travaux du même ordre n'ont été réalisés que pour des espèces d'intérêt commercial et à grande répartition géographique. Les résultats concernent surtout des mollusques lamellibranches :

Cardium (ORTON, 1927), *Lampsilis* (CHAMBERLAIN, 1931), *Mya* (NEWCOMBE, 1936), *Ostrea* (COE, 1938), *Mytilus* (COE et FOX, 1944 et BOETIUS, 1962), *Macoma* (GILBERT, 1973)... etc. Des observations se rapportent également à quelques poissons marins dont les gadidés (TAYLOR, 1958) ou diverses familles (BEVERTON et HOLT, 1959 ; BEVERTON, 1963).

Une des analyses les plus complètes concerne *Siliqua patula* (WEYMOUTH, MAC MILLIN et RIDE, 1931). Ces auteurs ont comparé des lamellibranches récoltées en dix lieux disséminés du Nord au Sud des côtes américaines. Ils ont constaté que des coquilles de Californie ont, au maximum, une longueur de 12 cm et proviennent d'animaux âgés de cinq ans (stries de croissance) alors que celles d'Alaska peuvent atteindre 16 cm et provenir d'animaux qui ont pu vivre 19 ans.

Les corrélations qu'ils ont pu établir entre les différentes variables biologiques concordent avec nos observations obtenues avec la seiche en élevage.

FOX (1936) étudiant la corrélation inverse reliant température et durée de vie, l'explique par un mécanisme physiologique. Il constate que, pour une même activité, l'animal qui vit en eau chaude consomme plus d'oxygène que la même espèce vivant en eau froide. La valeur du Q_{10} serait donc liée à la température (BULLOCK, 1955 ;

(3) Nous ne prenons en compte que les analyses statistiques de résultats. Le travail de BOLETZKY (1974) fait le point des diverses observations.

PROSSER, 1955 ; NEWELL, 1964). C'est par une interprétation du même ordre que GRAY (1929) avait expliqué les variations de taille et de durée d'incubation chez la truite, variations que nous retrouvons pour les embryons de *Sepia* (RICHARD, 1971). L'énergie dite de "maintenance" augmente avec la température au détriment de l'énergie de croissance.

Il semble bien que, dans tous les cas envisagés, les relations obtenues pour des espèces aussi diverses que lamellibranches, céphalopodes et poissons vérifient parfaitement les lois énoncées par PUTTER dès 1920 (1920_a , 1920_b). Les organismes soumis à des températures élevées ont une croissance rapide mais une durée de vie plus courte et atteignent une taille plus faible.

De tels résultats doivent être pris en considération lorsqu'il s'agit de dresser un profil d'aquaculture idéale visant à obtenir la taille marchande d'un animal dans les meilleurs délais. Il est également d'actualité que ces conclusions, acquises pour de nombreuses espèces marines, servent de matière à réflexion lorsque la contexture économique propose des rejets d'eaux chaudes considérables sur notre littoral. Les expressions mathématiques de ces effets, calculés pour la seiche, pourraient être utilisées, avec toute la prudence nécessaire qu'il convient de garder lorsqu'une généralisation est tentée (URSIN, 1963), lorsqu'il convient d'apprécier ce qu'une modification thermique du milieu ambiant peut entraîner comme conséquences sur la biologie d'un animal. L'intérêt porté à la croissance somatique ne doit pas alors faire oublier de prendre en compte les effets de la température sur la biologie sexuelle des animaux qu'il n'était pas dans notre propos d'envisager présentement.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BEVERTON, R.J.H., 1963 - Maturation, growth and mortality of clupeid and engraulid stocks in relation to fishing. *Rapp. P.V. Cons. Intern. Explor. Mar., 154,* 44-67.

BEVERTON, R.J.H. et HOLT, S.J., 1959 - A review of the lifespans and mortality rates of fish in nature and the relation to growth and other physiological characteristics. In Ciba foundation, Colloquia in ageing (V). *The lifespan of animals.*142-177, Chruchill, London.

BOETIUS, I., 1962 - Temperature and growth in a population of *Mytilus edulis* L. from the Northern Harbour of Copenhagen (the Sound). *Medd. Danm. Fiskeri- og Havunders, 3 (11)*, 339-346.

BOLETZKY, S.V., 1974 - Elevage de céphalopodes en aquarium. *Vie et Milieu, 24, 2-A*, 309-340.

BULLOCK, T.H., 1955 - Compensation for temperature in the metabolism and activity of poikilotherms. *Biol. Rev. Cambridge. Phil. Soc., 30*, 311-342.

CHAMBERLAIN, T.K., 1931 - Annual growth of fresh-water mussels. *Bull. U.S. Bur. Fish., 46*, 713-739.

COE, W., 1938 - Primary sexual phases in the oviparous oyster *(Ostrea virginica). Biol. Bull., 74*, 64-75.

COE, W. et FOX, D., 1944 - Biology of the California sea-mussel *(Mytilus californianus)*, III, Environmental conditions and rate of growth. *Biol. Bull., 87*, 59-72.

FOX, H.M., 1936 - The activity and metabolism of poïkilothermal animals in different latitudes. *Proc. Zool. Soc. Lond., 107*, 945-955.

GILBERT, M.A., 1973 - Growth rate, longevity and maximum size of *Macoma balthica* L. *Biol. Bull., 145*, 119-126.

GRAY, J.? 1929 - The growth of fish (III). The effect of temperature on the development of the eggs of *Salmo fario. Brit. Journ. Exp. Biol., 6*, 125-130.

NEWCOMBE, C.L., 1936 - A comparative study of the abundance and the rate of *Mya arenaria* L. in the gulf of St Lawrence and the Bay of Fundy regions. *Ecology, 17*, 418-428.

NEWELL, G.E., 1964 - Physiological aspects of the ecology of intertidal molluscs, in *Physiology of mollusca, 1*, 59-82, Edit. K.M. Wilbur et C.M. Yonge, Academic Press.

ORTON, J., 1927 - On the rate of growth of *Cardium edule. Jour. Mar. Biol. Assoc., 14*, 239-279.

PROSSER, C.L., 1955 - Physiological variation in animals. *Biol. Rew. Cambridge, Phil. Soc. 30*, 229-262.

PÜTTER, A., 1920 a - Lebensdauer und Alternsfaktor. *Ztsch. f. al. Physiol., 19*, 9-36.

PÜTTER, A., 1920 b - Wachstum ähnlichkeiten. *Arch. f. d. ges. Physiologia, 180,* 298-340.

RICHARD, A., 1966 - La température, facteur externe essentiel de croissance pour le céphalopode *Sepia officinalis* L. *C.R. Acad. Sc. Paris, 263, D,* 1138-1141.

RICHARD, A., 1971 - Contribution à l'étude expérimentale de la croissance et de la maturation sexuelle de *Sepia officinalis* L. (Mollusque Céphalopode). *Thèse Université Lille* - A.O. 6479.

TAYLOR, C.C., 1958 - Cod growth and temperature. *J. Cons. Intern. Explor. Mer, 23,*366-370.

URSIN, E., 1963 - On the incorporation of temperature in the Von Bertalanffy growth equation. *Medd. Danm. Fiskeri - og Havunders, N.S., 4,* 1-16.

WEYMOUTH, F.W., MC MILLIN, H.C. et RICH, W.H., 1931 - Latitude and relative growth in the razor clam *Siliqua patula*. *J. Exptl. Biol., 8,* 228-249.

LEGENDE DES FIGURES

Figure 1 : Corrélation négative entre l'âge maximal et le rythme de croissance (phase initiale) pour les divers lots de seiches d'élevage. (ΔL = accroissement linéaire journalier $\Delta L = \frac{L100 - L0}{100}$).

Figure 2 : Corrélation négative entre la taille maximale et le rythme de croissance pendant la phase initiale. (ΔL = accroissement journalier $\Delta L = \frac{L100 - L0}{100}$)

Figure 3 : Corrélation positive entre la taille maximale et la durée de vie

Figure 4 : Corrélation positive entre la température d'élevage et le rythme de croissance initiale (ΔL = accroissement linéaire journalier $\Delta L = \frac{L100 - L0}{100}$).

Figure 5 : Corrélation statistique négative entre la température et la durée de vie.

Figure 6 : Corrélation entre la température et la taille maximale.
Diagramme de dispersion : corrélation non significative.

LEGENDES DU TABLEAU N° 1

* L'accroissement linéaire journalier (ΔL) est calculé lors de la phase initiale d'élevage (moyenne des 100 premiers jours de vie), il est exprimé par l'augmentation journalière de la longueur de l'animal,

$$\text{soit } \Delta L = \frac{L\ 100 - L0}{100}$$

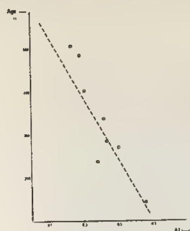
** Calcul par le coefficient de corrélation transformé en Z et erreur standard sur Z (validité à 99 % Z $\pm$ 2,6 sZ)

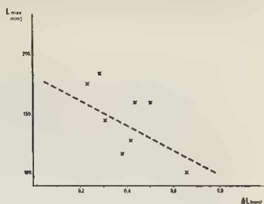
*** Test de signification à 99 % Table de Fisher : valeur minimale de r 0,01 significative.

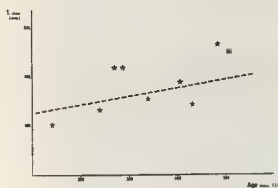
TABLEAU N° 1 - CORRELATIONS BIOLOGIQUES CHEZ LA SEICHE

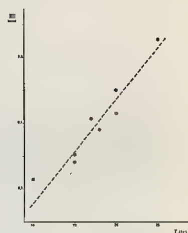
Tableau recapitulatif des corrélations calculées entre variables biologiques pour divers lots de seiches en élevage.

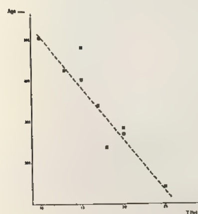
Termes de corrélation		Nombre de mesures	Côvariance P	Coefficient de corrélation r	Limites de validité statistique de r	Equation de la droite de régression
Accroissement linéaire journalier ΔL (mm)*	Durée de vie Age = J(jours)	36	- 10,524	- 0,863	$0,690 \leqslant r \leqslant 0,941$**	$J = 712,6\ \Delta L + 601,5$
Accroissement linéaire journalier ΔL (mm)*	Taille maximale L (mm)	36	- 1,5628	- 0, 5083	- 0,4487***	$L = 105,8\ \Delta L + 183,5$
Taille maximale L (mm)	Durée de vie j (jours)	49	980,8	+ 0,4112	+ 0,372***	$L = 0,08689\ J + 104,92$
Température T (°C)	Accroissement linéaire journalier ΔL (mm)*	36	0,4279	+ 0,95829	$0,900 \leqslant r \leqslant 0,983$**	$\Delta L = 0,03190\ T - 0,1635$ $(7 < T < 30)$
Température T (°c)	Durée de vie J (jours)	49	- 383,6	- 0,93269	$0,858 \leqslant r \leqslant 0,967$**	$J = 25,42\ T + 766,7$
Température T (°C)	Taille maximale L (mm)	49	- 19,87	- 0,2276	non significatif - 0,2870***	

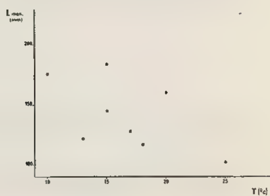



L
200
150
100
0,2
0,4
0,6
0,8
ΔL








L
200
150
100
10
15
20
25
T (°c)

HALIOTIS Vol. 5 1975 (1976)

QUELQUES RESULTATS EXPERIMENTAUX SUR LA TECHNOLOGIE DE L'OSTREICULTURE DANS L'ADRIATIQUE SEPTENTRIONAL

par Zelimir FILIC[1]

RESUME

Dès 1972, dans le Canal de Lim (Adriatique du Nord), il a été fait des recherches sur la possibilité d'employer des collecteurs et boîtes de plastique afin de développer la technologie de l'Ostréiculture.

Les résultats préliminaires montrent que les collecteurs de plastique sont aptes à être employés en masse car il permettent une bonne fixation des naissains. En outre, ils sont d'un maniement facile et peu fragiles. Les caractéristiques des collecteurs ayant obtenu de bons résultats sont : le relief (surface non lisse) et l'obscurité (masquage de la lumière). L'accroissement des huîtres dans les boîtes de plastique a été bon étant donné que toute la population sur laquelle on a effectué les recherches avait déjà atteint après la deuxième année d'élevage, la taille commerciale (60-80 mm). La mortalité a été estimée à 30 %.

SUMMARY

The investigations on the use of the plastic material (collectors and boxes) in commercial shellfisheries was initiated

(1) Centre de Recherche marine, Institut "Rudjer Boskovic"
ROVINJ, Yougoslavie.

in Limski Kanal (North Adriatic) in 1972.

The preliminary results showed that the settlement of oysters on the collectors was high, the handling with them was easy and used plastic material was durable in the sea. The positive characteristics of the collectors for spat settlement are rough surface and shaded position. The growth of oysters was also well in the plastic boxes, thus the tested specimens reached the commercial sizes (60-80 mm) already after second jear. Mortality was in normal level (about 30%).

ooooo

INTRODUCTION.

La conchyliculture en Yougoslavie est beaucoup moins developpée que ne le permettraient les conditions favorables océanonologiques et géomorphologiques. Tandis que pour la mytiliculture on utilise en général les méthodes employées par les autres pays méditerranéens, l'ostréiculture est pratiquée selon la technique décrite par NIKOLIC (1963, 1964) et NIKOLIC et STOJNIC (1962). Ce type de culture exige un travail très important et de nombreux matériaux ; son caractère saisonnier ne permet pas en outre d'employer les ouvriers à plein temps. Nous avons donc expérimenté,afin de simplifier la méthode de culture, en introduisant des collecteurs de plastique (au lieu de fascines qui sont relativement vite détruites par l'action de l'eau de mer) pour la récolte des naissains et des caisses expérimentales de plastique pour la croissance des huîtres.

La motivation de ces travaux est dûe aux observations sur le captage et la croissance des huîtres dans les caisses plastiques qui ont été introduites à la place de celles de boîtes en 1969 pour en suivre les paramètres biométriques (HRS. BRENKO et FILIC, 1973).

1) MATERIAUX et METHODE.

Dès 1972, nous avons effectué des recherches systématiques sur la fixation du naissain des huîtres (*Ostrea edulis L*) sur collecteurs plastiques et sur leur croissance dans les caisses en matière plastiques. Les collecteurs sont formés de divers matériaux plastiques. Ce sont des plaques placées horizontalement et verticalement à inter-

valles réguliers sur une corde de nylon. Selon leur aspect externe ils sont classés en trois groupes : lisses, en relief et perforés. En outre, nous avons suivi aussi l'influence de la lumière sur la fixation du naissain sur les plaques posées horizontalement. Après décollage de son support, les huîtres ont été déposées dans les caisses plastiques (dimension : 50x40x11 cm) pour observer la croissance en fonction de la densité des huîtres déposées (plusieurs caisses liées l'une à l'autre). En plus des paramètres mentionnés (fixation, croissance), nous avons suivi, à intervalle d'un mois, à la profondeur de 0,5 m et 2 m. les facteurs hydrologiques, la colonisation d'autres organismes ainsi que les phases larvaires des huîtres.

Dans ce travail, on analysera seulement la croissance, la mortalité et les paramètres T et S, l'étude des autres facteurs étant actuellement en cours. Ils seront publiés dans l'étude finale à la fin des travaux expérimentaux.

2) DESCRIPTION DE LA ZONE D'ELEVAGE.

Ces travaux ont été effectués dans le Canal de Lim, qui a la conformation d'un "ria" de 12 km de long ; des observations régulières ont été réalisées depuis 1957. La caractéristique générale, au point de vue hydrographique, sont les variations sensibles des valeurs de la température (T) et de la salinité (S) (BOZIC et HRS.BRENKO, 1964). Les valeurs annuelles de T et de S sont données dans le Tableau n° I.

3) RESULTATS ET DISCUSSION

a) Collecte du naissain.

Tous les collecteurs sont restés immergés 12 mois et fixés aux supports existant dans le parc à huîtres (Fig.1). Trois collecteurs (N° 1 avec les plaques posées horizontalement) ont été placés en 1972 (Tabl.2) et huit (4 collecteurs horizontaux et 4 verticaux) en 1974 (Tabl.3).

La caractéristique commune de tous ces collecteurs, en ce qui concerne la fixation c'est qu'elle est plus importante aux profondeurs supérieures à 1 m. (85,51 %, Tabl.2 et 68,61 %, Tabl.3). - probablement à cause de la salinité plus basse aux profondeurs inférieures à 0,5 m (27.16 0/00 - 37.79 0/00).

Sur le collecteur ayant des plaques disposées horizontalement, le nombre des huîtres qui se sont fixées (n=545) est plus grand que celui des collecteurs à plaques verticales (n=398). Le Tabl.2 nous permet de remarquer que la mortalité des coquillages augmente parallèlement à la profondeur, probablement à cause de la concurrence dans l'espace et dans la nutrition. En général, les huîtres situées à plus grandes profondeurs étaient plus petites et, par suite de la densité de fixation, déformées. Sur la face supérieure (illuminée) du collecteur à plaques horizontales, en procédant de la surface vers le fond, on a trouvé 39,44 % du nombre total des huîtres fixées (Tabl.3). L'influence négative (phototactisme négatif) de la lumière diminue en fonction de la profondeur, toutefois il faut noter qu'une certaine influence est dûe à l'ombre que la plaque supérieure donne à l'inférieure. L'influence de la superficie en relief a été notée sur les plaques déposées verticalement où se sont fixées 66,83 % des huîtres alors que sur les plaques lisses il ne s'en est fixé que 33,16 %. KORRINGA (1940) n'a pas observé (dans les conditions du terrain de Oosterchelde) l'influence de la lumière sur la fixation des larves. Il soulignait l'influence positive de la rugosité des superficies des collecteurs.
YONGE (1960) estimait qu'il existe chez les larves un certain phototropisme négatif et une meilleure fixation à l'ombre.

b) Croissance des huîtres dans les caisses expérimentales.

Le but de ce travail est de montrer comment se forment les classes (longueur) à partir des naissains jusqu'aux tailles commerciales et estimer la mortalité annuelle (Tableau n° 4).

Ces résultats montrent que les huîtres, après deux ans d'élevage, donnent une population commerciale (de longueur supérieure à 60mm) dont 45,51% pourraient s'inclure dans la première classe (plus de 80 mm) et 54,49% dans la deuxième calsse commerciale. Les classes 31mm-50mm et 51mm-70mm (constituant les 63,16% de la population des naissains) ont déjà atteint, après la première année d'élevage, des tailles commerciales (70,55mm-83,66mm). C'est la raison pour laquelle on peut les définir comme classes commerciales de naissain.

La mortalité varie entre 36,66%,moyenne pour les huîtres de première année d'élevage et 29,12%, moyenne pour les huîtres de deuxième année.

Enfin, il faut souligner que pendant toute la durée des expériences, nous avons manié très facilement les collecteurs et les boîtes de plastique qui n'ont subi aucun dommage au cours de trois ans d'emploi. On avait fait déjà jadis des tentatives d'élever les huîtres dans des caisses de bois (MIHAILINOVIC, 1954 ; MARINKOVIC, 1963), mais on les avait abandonnées à cause du prix du bois, la courte durée de ce matériel et la difficulté des manipulations.

CONCLUSIONS.

Les résultats préliminaires obtenus à la suite de ces observations nous permettent de tirer les conclusions suivantes :

1. Les collecteurs de plastique sont aptes à la fixation des naissains pour les raisons qui suivent :

   - la bonne fixation et croissance des huîtres,
   - le facile maniement et l'emploi sans limite de temps,
   - la facilité de décoller les huîtres fixées.

2. La caractéristique importante, dans la qualité des collecteurs, est le relief et l'ombrage, ce qui exerce une influence sur l'augmentation du nombre des larves captées.

3. Au fond du Canal de Lim, la fixation des huîtres est meilleurs à une profondeur supérieure à 1m ; c'est là qu'il faudra placer les collecteurs.

4. L'accroissement des huîtres dans les cages en matière plastique est bon, puisqu'elles atteignent les longueurs commerciales dès la deuxième année de culture.

5. La mortalité des huîtres varie entre des limites "normales", étant inférieure dans la deuxième année de culture à celles de la première.

6. L'emploi des collecteurs et des boîtes de plastique réduirait le procédé de culture à deux étapes seulement :

   - la récolte des naissains,
   - l'élevage dans les cages.

Cela éviterait d'avoir à disposition des matériaux coûteux (fascines, ciment, cordages) et faciliterait les manipulations Le nombre des ouvriers diminuerait, ce qui aurait une influence essentielle sur la rentabilité de la production.

ooooo

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BOZIC, E. & HRS-BRENKO, M., 1964 - Oceanographical observations in the aeras of Rovinj et Limski kanal during 1963 and 1964. *Hidrografski godisnjak 1964, 55-75.*

HRS-BRENKO, M. et FILIC, Z., 1973 - Croissance de l'huître (*Ostrea edulis L.*) et de la moule (*Mytilus galloprovincialis Lmk.*) dans les parcs de culture de l'Adriatique Nord. *Etud.Rev.CGPM, (52), 35-45.*

KORRINGA, P., 1940 - Expériments and observations on swarming, pelagical life and setting in the eurpean flat oyster, *Ostrea edulis L. Arch.Neerl.Zool., 5, 1-249.*

MARINKOVIC, M. & NIKOLIC, M., 1963 - La croissance de l'huître *Ostrea edulis L.* avant et pendant la fertilisation de la mer à Limski kanal (Istrie, Yougoslavie) depuis 1957 jusqu'en 1961. *Thalassia Jugosl., 2(4), 5-25.*

MIHAILINOVIC, M., 1954 - Expériences de rationalisation et de perfectionnement de la technique de l'ostréiculture en Yougoslavie. *F A O, Doc.techn. 42.*

NIKOLIC, M., 1963 - Nylon ropes in shellfish culture. *Proc.gen. Fish.Coun. Medit., (7), 247-249.*

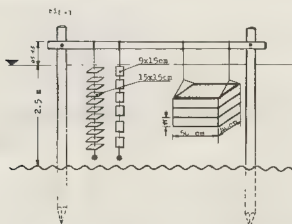
NIKOLIC, M., 1964 - Shellfishculture and the productivty of our rearing places. *Acta Adriat., 11(32), 239-242.*

NIKOLIC, M. & STOJNIC, I., 1962 - A system of oyster culture on floating shellfish parks. *Stud.Rev.GFCM,(18), 1-8.*

YONGE, C.M., 1960 - Oysters. *Collins Clear-Type Press, London, p.69.*

Facteurs de milieu.	1972 - 1974			
	0,5 m		2 m	
	min.	max.	min.	max.
T (°C)	9.32	25.10	9.12	25.10
S(0/00)	27.16	37.79	34.65	38.04

Tabl.1 : Les valeurs annuelles de la température (T) et de la salinité.



N° coll.	1		2		3		1,2,3				
Profond. (m)	v	m	v	m	v	m	v	m	Tot.	n(%)	1
1	69	23	53	11	15	5	137	39	176	14.48	42.63
2	228	510	107	27	156	11	491	548	1039	85.51	40.30
Total	297	533	160	38	171	16	628	587	1215	99.99	40.64
	830		198		187						

Tableau.2 : Fixation et croissance (1 = longueur moyenne) des naissains sur les collecteurs selon la profondeur, nombre des huîtres vives (v) et mortes (m).

Profond. (m)		Horizontales		Verticales		Total		l (mm)
		o	c	li	r	n	n(%)	
1		115	65	34	82	296	31.38	50.82
2		215	150	98	184	647	68.61	41.32
Total	n (%)	330 60.55	215 39.44	132 33.16	266 66.83	943	99.99	44.30
	n (%)	545 57.79		398 42.20				

Tableau 3 : Fixation des naissains selon la profondeur et le type de superficie.

Légende du tableau : r = superficie en relief, li = superficie lisse, c = face claire, o = face obscure, l = longueur moyenne.

Classes (mm)	1ère année d'élevage							2ème année d'élevage						
	n	n(%)	n_1	n_1 (%)	l_1 mm	m_1	m_1(%)	n_1	$n_{1(\%)}$	n_2	n_2(%)	l_2 mm	m_2	m_2(%)
H < 30	420	36.84	232	32.14	58.83	188	44.76							
31-50	540	47.37	360	49.86	70.55	180	33.33							
51-70	180	15.79	130	18.00	83.66	50	27.77	421	58.32	279	54.49	65.78	142	33.78
H > 70								301	41.68	233	45.51	83.55	68	22.59
Total	1140	100.00	722	100.00	69.15	418	36.66	722	100.00	512	100.00	73.86	210	29.12

Tableau 4 : L'accroissement et la mortalité par rapport aux classes des naissains et leur pesage pendant la culture dans les classes commerciales.

Légende du Tableau : H = huîtres, n = nombre d'huîtres, $n_{1,2}$ = nombre d'huîtres après la 1ère ou 2ème année d'élevage, $m_{1,2}$ = mortalité à la fin de la 1ère ou 2ème année de culture, $l_{1,2}$ = longueur moyenne à la fin de la 1ère ou 2ème année de culture.

LA DETECTION DES PONTES DANS LE MILIEU NATUREL : APPLICATION DE L'OSTREOGRAPHIE A L'ETUDE DE LA REPRODUCTION DES HUITRES

par Edouard HIS (1)

RESUME

L'activité valvaire particulière qui accompagne la ponte chez les *Crassostrea* sp. permet de déceler le frai de ces huîtres. La possibilité de contrôler le comportement des mollusques pas ostréographie dans le milieu naturel, est mise à profit pour déterminer la date exacte du frai.

Les résultats ainsi obtenus renforcent les indications fournies par les données traditionnelles des examens de maturité sexuelle et de numération de larves dans le plancton. Un exemple basé sur les observations réalisées au cours de la saison de reproduction de 1974 dans le bassin d'Arcachon le confirme.

SUMMARY

A NEW METHOD FOR STUDYING THE SPAWNING OF OYSTERS *(Crassostrea)* IN THE FIELD

A method for precising the exact moment of the occurence *of spawning in oysters of the genus Crassostrea* is described. It is based upon the observations of GALTSOFF about the specific shell activity of

(1) Chargé de recherches à l'I.S.T.P.M.
63 boulevard Deganne - 31 120 - ARCACHON.

the female oyster when spawning. An ostreograph operating on oyster grounds was built ; it is used to detect the occurence of spawning in the bassin d'Arcachon. Experiments have shown that spawning propagates from one oyster to the other ; the process spreads over entire oyster communities (GALTSOFF, 1964).

Ostreographs are placed in various parts of the bassin d'Arcachon for detecting spawnings in the bay. The results are compared with those given by usual methods (studies of gonadal development and distribution of larvae) in a study of naturel reproduction of *C. gigas* at Arcachon in 1974

ooo

A la lumière des travaux de GALTSOFF (1964) nous avons essayé de préciser la signification des différentes figures de l'activité valvaire chez *Crassostrea angulata* et *C. gigas* sous des conditions expérimentales de milieu ; mais nous avons surtout voulu vérifier ces résultats par des observations dans le milieu naturel après la mise au point d'un ostréographe fonctionnant sur parc à huîtres (HIS, 1972).

Nos travaux font suite à ceux de LE DANTEC (1968) sur la reproduction de *C. angulata* dans le bassin d'Arcachon ; ses recherches l'amenaient à déterminer "les dates probables de ponte". L'ostréographie nous a permis de fixer la date exacte du frai chez *C. gigas*.

I - PRINCIPE DE LA DETECTION DES PONTES "IN SITU".

A la suite de NELSON (1922), GALTSOFF (1938 a et b, 1940 et 1964) a montré que l'acte de ponte chez *C. virginica* et *C. gigas* s'accompagne d'une activité valvaire particulière qui caractérise de façon absolue le frai chez la femelle. On note des mouvements d'abaissement violents de la valve droite jusqu'à une position voisine de celle qui permet l'occlusion de la cavité palléale ; ce mouvement s'accompagne de l'expulsion d'un nuage d'oeufs qui sont projetés à plusieurs centimètres de la femelle. Puis la valve operculaire se soulève lentement en marquant un léger pallier, avant d'occuper une position baîllante avec une amplitude souvent plus importante que celle qui accompagne le pompage. Un nouvel abaissement violent expulse un

nouveau nuage d'ovules. Cette activité peut se poursuivre pendant plusieurs dizaines de minutes (pontes totales) ou seulement pendant une à quelques minutes (frais partiels).

Au cours d'expériences sur la stimulation du frai chez *C. angulata*, nous avions obtenu par inscription sur des tambours à révolution lente, l'équivalent des myogrammes de GALTSOFF (1964) ; nous avions montré qu'il était possible de déceler les pontes en maintenant les huîtres sous surveillance par enregistrement de leur activité valvaire (HIS, 1970). La mise au point de l'ostréographe nous a permis d'enregistrer la ponte *C. gigas* dans le milieu naturel (HIS, 1972).

Que penser de la portée pratique de cette méthode applicable sur quelques sujets seulement ? Le frai est un phénomène collectif chez les huîtres creuses, tout au moins en ce qui concerne les pontes importantes ; il existe une intéraction entre sujets des deux sexes. GALTSOFF (1938 a et b, 1940) met en évidence l'existence de substances excitatrices qui déclenchent l'émission des produits sexuels chez les animaux de sexe opposé ; NELSON et ALLISON (1940) démontrent à leur tour que la diantline émise par les spermatozoïdes a une action sur les mâles et sur les femelles. Ainsi le frai se produit comme une réaction en chaîne qui affecte la plupart des sujets d'une population donnée. Cette particularité était mise à profit par ELSEY (1936) pour stimuler le frai des gisements naturels, en Colombie britannique, à l'aide de quelques sujets excités artificiellement ; l'auteur cherchait à favoriser la reproduction naturelle. De la même façon, nous avons pu déclencher la ponte massive de plus de mille *C. gigas* dans un bassin dégorgeoir où nous tentions des expériences de reproduction en milieu fermé. Dans ces conditions des observations effectuées sur un nombre restreint d'individus permettent de contrôler le comportement de populations entières d'huîtres.

Après avoir tenté de déterminer les dates exactes du frai dans le bassin d'Arcachon, nous avons cherché à vérifier si nos résultats étaient en accord avec ceux qu'obtenait LE DANTEC (1968) en basant ses observations d'une part sur des examens de gonade des huîtres prélevées sur des lots témoins, d'autre part sur les numérations de véligères dans le plancton.

2 - APPLICATION DE L'OSTREOGRAPHIE A L'ETUDE DE LA REPRODUCTION DES HUITRES DANS LE BASSIN D'ARCACHON.

Depuis l'introduction massive de *C. gigas* en 1971 nous avons suivi son aptitude à se reproduire dans notre baie (HIS, 1973, 1974). Cette espèce présente un cycle de reproduction comparable à celui décrit par LE DANTEC (1968) pour *C. angulata*. Cependant, il semble qu'un bon développement larvaire ne soit assuré que lorsque la température de l'eau se situe aux alentours de 22° et au dessus ; le captage devient d'autant plus déficitaire que l'on s'éloigne de cette valeur : ce fut le cas en 1972 (captage nul) et en 1974 (récolte de naissain irrégulière, souvent négligeable).

Dans le cadre de cette étude nous avons dépouillé les enregistrements de plus de 120 pontes ; certaines, de courte durée, n'auraient pu être décelées par examen de la gonade.

Nous procédons de la façon suivante : lorsque les huîtres approchent de la maturité, nous déterminons le sexe d'un certain nombre d'individus. Nous perforons la valve supérieure et examinons au microscope un prélèvement effectué dans la gonade à l'aide d'une seringue. Les femelles sont montées sur les ostréographes.

Nous présentons les résultats obtenus en 1974. Des appareils avaient été placés dans le secteur océanique de la baie (Villa Algérienne avec 4 huîtres en observation) et dans la zone moyenne (ARAMS, avec 7 sujets).

A - La détection des pontes et les examens de maturité sexuelle.

Nous avons procédé à l'examen microscopique de gonades de *C. gigas* placées en élevage aux différentes stations témoins en adoptant l'échelle de développement de la glande génitale de LE DANTEC (1968). Rappelons brièvement que les phases d'évolution (ou de reconstitution après vidage), partant du stade 0 (gonade totalement vide) sont les suivantes : stades 1, 2, 3 p (gonade pleine) et 3 H (gonade hypertrophiée). A ce dernier stade les sujets peuvent atteindre "l'état instable" de BOUXIN (1956) : le frai peut intervenir lors de toute modification brutale d'un ou plusieurs facteurs de milieu. Les émissions se traduisent par le passage du stade 3 H au stade 4 (frai partiel)

ou 5 (frai total).

Des prélèvements de 50 sujets, effectués approximativement toutes les semaines en période estivale, permettent de séparer les périodes de ponte des périodes de restauration.

Nous avons résumé nos observations dans la figure 1. Les populations de la Villa Algérienne et d'Arams ont subi des évolutions totalement différentes en début de saison.

Un premier frai partiel affecte les *C. gigas* d'Arams (21 juin) il se traduit par l'apparition de 12 à 32 % de stades 4 les 22 et 25 juin. La reconstitution est rapide : le 1er juillet, nous atteignons à nouveau 84 % de stades 3 H. Des pontes notées les 3, 6 et 7 juillet expliquent parfaitement la réapparition de 40 % (5 juillet) à 60 % de stades 4 (8 juillet). La restauration de la glande génitale est rapide : 84 % des lamellibranches présentent une gonade hypertrophiée le 17 juillet. Les pontes que nos enregistrements permettent de situer les 21, 22 et 23 juillet aboutissent à la déplétion subtotale ou totale (prélèvement du 22 juillet).

Aucun frai n'a été enregistré à la Villa Algérienne jusqu'à la fin juillet : nos prélèvements le confirment. Toutefois, l'examen du 25 juillet révèle que tous les sujets ont subi une ponte totale; l'ostréographie précise que le phénomène a eu lieu le 24 juillet.

Puis, les huîtres des deux stations sont le siège de nouvelles reconstitutions. Le 3 août, 50 % des mollusques d'Arams sont au stade 3 H ; les frais postérieurs à notre prélèvement les 3, 4 et 6 août, expliquent la réapparition des stades 4 le 9 août ; ceux des 13, 14, 15 et 16 aboutissent aux stades 4 et 5 notés le 17.

De même à la Villa Algérienne 84 % des mollusques sont en phase 1, 2 et 3 P le 3 août ; la reconstitution s'est poursuivie et a permis les pontes du 7 au 15 août ; ces dernières aboutissant à l'état de vidage relaté le 17 (84 % des stades 4 et 5).

Enfin, la dernière phase de restauration intéresse les deux populations (prélèvements du 21 août) : elle permet les derniers frais, début septembre.

B - La détection des pontes et les données des numérations de larves d'huîtres dans le plancton.

Les numérations des larves d'huîtres sont effectuées selon la méthode décrite par LE DANTEC (1968). Il s'agit, pour la catégorie de véligères qui nous intéresse, de comptages effectués sur une récolte obtenue par filtration d'environ 1,5 m3 d'eau de mer, à travers un filet à plancton de forme conique, qui présente un diamètre d'ouverture de 14 cm et un vide de maille de 72 microns.

Nous avons cherché à comparer l'importance des pontes avec les résultats de numérations de larves (figure 2). Chaque fois que le frai a été enregistré, soit à Arams, soit à la Villa Algérienne, nous avons calculé sa durée en pourcentage de la durée totale des pontes qui figurent sur nos myogrammes tout au long de l'été (9 heures 32, pour les 7 huîtres). Par ailleurs, nous avons porté sur ce même diagramme les nombres de véligères au premier stade de leur évolution. Par "larves petites" sont désignées celles dont la hauteur est inférieure à 105 microns.; cette taille ne fournit que des indications imprécises sur la date du frai. Nous avons préféré tenir compte des nombres de "larves grises" ; la taille est inférieure ou égale à 75 microns ; elles sont tout au plus âgées de 48 heures et se sont peu ou pas alimentées (la prise en charge de la nourriture se traduisant par la coloration puis l'augmentation de taille des véligères).

Nous reconnaissons sur la figure 2, cinq périodes de frai, 21 juin, 3 au 7 juillet, 21 au 24 juillet, 3 au 16 août, 3 au 6 septembre. La plupart d'entre elles ont été suivies de l'apparition de "larves grises". Le frai le plus important, du 21 au 24 juillet, a intéressé l'ensemble des sujets des différents secteurs ; il précède effectivement une apparition massive de véligères du 24 au 30 juillet.

Seules les émissions très étalées dans le temps qui ont été signalées du 3 au 16 août et les pontes des premiers jours de septembre, se sont soldées par des quantités négligeables de larves. Il faut rappeler que les conditions thermiques qui ont régné sur le bassin d'Arcachon au cours de l'été 1974 ont été peu favorables. Comme nous l'avons noté par ailleurs (HIS, 1973), il semble dans ces conditions que seules les pontes massives et de courte durée puissent aboutir à une bonne évolution des larves ; au contraire les frais peu importants, étalés sur plusieurs jours se soldent par la disparition très rapide des véligères. Ces observations confir-

ment celles que nous avions faites en 1973.

3 - DISCUSSION - CONCLUSIONS.

Les examens de glande génitale et la recherche des larves dans le plancton ne fournissent pas des indications suffisantes pour fixer avec certitude la date exacte du frai (BOUXIN, 1956). Nous pensons que la méthode que préconise cet auteur pour obtenir les dates des émissions qui ont "la plus grande valeur écologique possible", ne met pas les mollusques en observation à l'abri des perturbations qui peuvent fausser les résultats (soustraction du milieu naturel un jour par semaine).

Nous avons vu au contraire que l'ostréographie permet de préciser les dates exactes de ponte tout en maintenant les sujets témoins dans leur habitat. La fixation ne peut être considérée comme anormale chez des mollusques qui recherchent un support à l'état naturel (collecteur ou pierre). Il faudrait cependant multiplier le nombre de sujets témoins et celui des stations d'observations. Ceci est possible : les appareils que nous construisons sont d'un prix de revient peu élevé ; ils sont peu fragiles ; l'expérience a prouvé que surveillance et interprétation des résultats peuvent être assurés par des conchyliculteurs.

En dehors de l'intérêt pratique qu'ils peuvent présenter pour les ostréiculteurs puisqu'ils complètent et précisent les indications que nous leur apportons tout au long de la saison de reproduction, les résultats de l'ostéographie peuvent permettre de mieux comprendre les causes qui président au déclenchement du frai (rôle des facteurs abiotiques). Il suffirait pour cela de pouvoir disposer de stations d'enregistrement des principaux paramètres de milieu.

ooooo

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BOUXIN, H., 1956 - Observations sur le frai de *Mytilus edulis galloprovincialis*. *Cons. int. Explor. Mer, Rapp. et P.V., 140 (3)*, 43-46.

ELSEY, C.R., 1936 - Artificial stimulation of spawning in the Pacific oyster. *Prog. Rep. Pacific Biol. Stat. Nanaimo B.C.*

and Pacif. Fish. Exp. Stat. Prince Rupert B.C., 29, 10-11.

GALTSOFF, P.S., 1938a - Physiology of reproduction of *Ostrea virginica*. I. Spawning reactions of the female and male. *Biol.Bull. 74 (3)*, 461-468.

GALTSOFF, P.S., 1938b - Physiology of reproduction of *Ostrea virginica*.II. Stimulation of spawning in the female oyster. *Ibid., 75*, 286-307.

GALTSOFF, P.S., 1940 - Physiology of reproduction of *Ostrea virginica* III. Stimulation of spawning in the male oyster. *Ibid. 78*, 117-135.

GALTSOFF,P.S., 1964 - The American oyster *Crassostrea virginica* Gmelin. *U.S. Fish.Wildl. Serv.Fish. Bull. 64*, 1-408.

HIS, E., 1970 - L'émission des gamètes chez l'huître portugaise *(Crassostrea angulata* LMK*). Rev. Trav. Inst. Pêches Marit., 34 (1)*, 17-22.

HIS, E., 1972 - Ostréographie sur parc. *Cons. int. Explor. Mer, Com. Crust., Coq. et Benthos, C.M. 1972/K : 24*, 1-4.

HIS, E., 1973 - La reproduction de *Crassostrea gigas* Thunberg dans le bassin d'Arcachon : bilan de deux années d'observations. *Ibid. C.M. 1973/K : 17*, 1-9.

HIS, E., 1974 - Une expérience de production de "naissain naturel un à un" dans le bassin d'Arcachon. *Ibid. C.M. 1974/K : 38*, 1 -7.

KORRINGA, P., 1941 - Experiments and observations on swarming, pelagis life and setting in the european flat oyster, *Ostrea edulis* L. *Arch. néerland. Zool., 5*, 1-249.

LE DANTEC, J., 1968 - Ecologie et reproduction de l'huître portugaise (*Crassostrea angulata* LMK) dans le bassin d'Arcachon et sur la rive gauche de la Gironde. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit., 32 (3)*, 1-126.

NELSON TH. C., 1922 - Report of Dept. of Biol. of the N.J.Agric.*Coll. Exp. Stat. for the year ending June 30, 1921.*

LEGENDE DES FIGURES

Figure 1 : Les dates des pontes enregistrées au cours de l'été 1974 à Arams (A) et la Villa Algérienne (V). pendant les mois de juin à septembre.

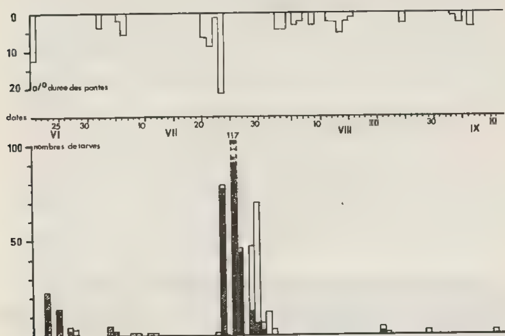
- les dates des frais sont notées à la base des traits verticaux sous les cartouches.
- les dates des examens de maturité sexuelle sont indiquées au dessus des cartouches.

Stades 0 et 5 : en blanc.
Stade 1 : trait vertical épais.
Stade 2 : traits verticaux plus fins.
Stade 3P : pointillés.
Stade 3H : noir.
Stade 4 : traits obliques.

Figure 2 : Détection et importance des pontes et données des numérations de larves dans le plancton.

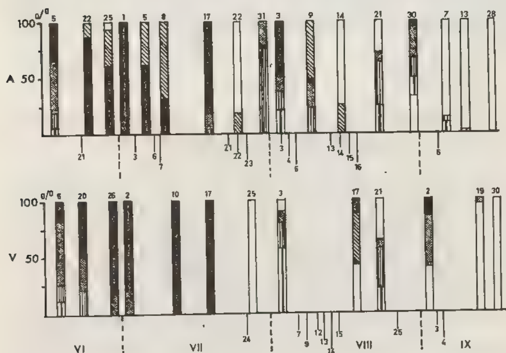
- Diagramme supérieur : les cartouches indiquent, en pourcentage de la durée totale des frais enregistrés, l'importance relative des pontes aux différentes dates.
- Diagramme inférieur : les résultats des numérations de larves dans le bassin d'Arcachon ; les nombres sont exprimés en milliers de véligères par 1,5m^3 d'eau de mer. Les pointillés correspondent aux "larves grises" (largeur inférieure ou égale à 70 microns) ; en blanc, les "larves petites" (taille inférieure à 105 microns).

Fig.1



0
10
20
o/o durée des pontes
dates
25
30
10
20
30
10
30
10
VI
VII
VIII
IX
117
100
nombres de larves
50

Fig.2



o/o
100
A 50
5
22
25
1
5
8
17
22
31
3
9
14
21
30
7
13
28
21
3
6
7
21
22
23
3
4
5
13
14
15
16
6
o/o
100
V 50
6
20
26
2
10
17
25
3
17
21
2
19
30
24
7
9
12
13
14
15
25
3
4
VI
VII
VIII
IX

RECHERCHES DE CONCHYLICULTURE AUX PAYS-BAS

par P. KORRINGA (1)

RESUME

L'auteur étudie tour à tour les recherches qui furent entreprises pour permettre le développement ostréicole et mytilicole aux Pays-Bas. En particulier, les moyens de lutte contre la maladie de la coquille des huîtres, les Crépidules, la prolifération du *Mytilicola*. Cette étude montre qu'une heureuse articulation recherche-profession permet d'obtenir des résultats très intéressants dans le domaine de la conchyliculture.

SUMMARY

SCIENTIFIC INVESTIGATIONS ON BEHALF OF THE DUTCH SHELLFISH INDUSTRIES

In The Netherlands oysters and mussels are farmed on industrial scale for about a hundred years. Scientific investigations have been organized to advise the industry on spat production, and on the control of predators, parasites and competitors. The basis was laid by the activities of the "Commission for the Zoological Station", which reported in 1883. Dr. P.P.C. HOEK, the founder of fisheries research in The Netherlands, studied the causes of a crisis in the oyster industry at the turn of the the century and concluded that overpopulation was to blame. In the years

(1) Pr. Dr. P. KORRINGA - Directeur de l'Institut Néerlandais pour les recherches concernant la pêche IJmuiden, Pays-Bas,

following 1930 the oyster industry suffered both from high mortality rates caused by shell disease and from fierce competition for space and food by the intruded slipper-limpet, *Crepidula fornicata*. Scientific research revealed that the fungus *Ostracoblabe implexa* was to blame for the disease and that large-scale scattering of Cardium shells as collectors had created favourable conditions for shell disease and slipper limpet. Both plagues could be controlled effectively on basis of these findings.

At the same time spat production could be increased by a system of prediction of the intensity of settling. In the year 1949 the parasitic copepode *Mytilicola intestinalis* attacked the mussel industry in Zealand, which led to real disaster in the year 1950. Here too, scientific research helped to find the way out, and soon the industry was on its feet again.

A considerable amount of biological and technical research has been carried out since the year 1955 to study the consequences of the intended cutting off of the Oosterschelde in the cadre of the Delta project. The conclusion was that this would lead to complete disappearance of the Dutch oyster industry and to serious difficulties / and high / costs for the mussel industry. Just now the project is being reconsidered and it is hoped that the Dutch shellfish industries will survive by a wise decision of the Government.

INTRODUCTION

L'agriculture et l'élevage du bétail ont rendu possible la production de tant d'aliments qu'il était possible à une population importante de vivre sur une aire assez réduite et qu'une partie importante de celle-ci pouvait se consacrer à d'autres tâches. La base de notre civilisation était créée. L'agriculture et l'élevage se sont développés empiriquement, l'expérience servant de guide au travail quotidien. Tour à tour, au cours des âges, les méthodes culturales ou d'élevage s'adaptèrent aux besoins, aux climats, au sol alors que furent inventés puis perfectionnés des engins mécaniques facilitant le travail. Il est impossible de préciser à quelle époque une vraie recherche scientifique appliquée commença à rendre service aux agriculteurs dans leur lutte contre les prédateurs, les mauvaises herbes dans leurs efforts de sélection et d'hybridation, dans leurs essais

de fumures ou d'engrais. Il est certain que de telles recherches ont été d'une importance primordiale et qu'elles ont permis de jeter les fondements de l'agronomie moderne.

La Conchyliculture est la soeur cadette de l'agriculture ; elle emploie des méthodes tout à fait comparables ; les monocultures réduisant radicalement le nombre d'espèces que l'on rencontre sur les gisements naturels, la lutte contre les prédateurs et les parasites, une assistance technique dans les épisodes critiques de la vie des espèces cultivées. Ses débuts ont été aussi empirique que ceux de l'agriculture. L'ostréiculture des anciens Romains, pratiquée sur des fascines servant de collecteurs puis par l'élevage par suspension dans des lagunes était fondée sur une bonne conception de la vie de l'huître reposant sur de fines observations. Mais, cette culture ne reposait pas sur une réelle recherche mais sur l'empirisme et l'on trouve encore le long de la côte italienne ou dalmate les témoins de cette ostréiculture romaine.

LA RENAISSANCE DE L'OSTREICULTURE.

Bien que plusieurs chercheurs européens aient réalisé d'importantes observations scientifiques sur le mollusque dès le 16ème siècle, les résultats obtenus n'ont jamais concerné que le domaine de la recherche fondamentale. Il faut attendre le voyage d'information effectué le long de la côte italienne en 1853 par le biologiste français COSTE, professeur au Collège de France pour voir apparaître pour la première fois la préoccupation d'une recherche appliquée. Les instructions de NAPOLEON III demandaient à COSTE de formuler un avis sur la situation déplorable des gisements naturels d'huîtres plates, décimés le long des côtes de France par surexploitation et de donner des solutions pour leur reconstitution ou la culture des huîtres.

On connaissait déjà en France, la pratique de l'affinage des huîtres dans les claires de Charente Maritime mais il y a loin de cela à une vraie ostréiculture. En effet, pour pratiquer celle-ci, il faut cultiver l'espèce choisie judicieusement sur des propriétés privées, donc déterminer les bases juridiques de ces exploitations. Il faut assister l'organisme à cultiver dans la période la plus critique de sa vie. Pour les huîtres, c'est la période de fixation des larves sur des substrats ou collecteurs qu'il faut offrir au moment

propice. Quand ces efforts ont permis la production d'une quantité satisfaisante de naissain, il faut récolter celui-ci et continuer la culture par des transplantations vers des parcs de pousse et d'engraissement. On doit enfin lutter contre les prédateurs, les parasites et les compétiteurs.

Presque tous les efforts de reconstitution des gisements naturels, même après une longue période d'inexploitation, se sont soldés par des échecs. En effet, on n'avait pas compris que la reconstitution n'est pas possible après une exploitation exagérée. Celle-ci diminue considérablement le nombre des géniteurs qui détermine le nombre de larves et de naissain permettant la reconstitution du banc. Seul un petit nombre de larves atteint la phase de fixation et le pourcentage exact dépend des conditions du milieu : courants, température de l'eau, présence d'organismes nutritifs, action des prédateurs. Il ne faut jamais oublier que c'est le nombre de larves produites qui détermine le nombre de larves prêtes à se fixer dans une année moyenne. Sur les gisements naturels d'huîtres, c'est presque uniquement la "dentelle" des huîtres adultes qui sert de collecteur au naissain. Quand on a péché trop d'huîtres non seulement le nombre de larves est réduit mais aussi celles qui restent ne trouvent que difficilement des collecteurs propices. La fixation sera donc toujours très pauvre sur des bancs épuisés. Si l'on note en plus que lors de l'exploitation des bancs, les pêcheurs ne rejettent pas dans le milieu les jeunes huîtres fixées sur les coquilles des adultes, on voit ainsi pourquoi la reconstitution ne peut pas se faire. C'est ainsi que les bancs jadis si riches du Firth of Forth, les Fiskalische Austernbänke du Schlesvig-Holstein et les gisements de la mer de Wadden au Pays Bas ont pratiquement tous été détruits. Maintenant on n'y trouve aucune huître vivante.

C'est le travail de COSTE et de ses successeurs, dans une aire où l'on trouvait encore assez d'huîtres, qui a abouti au développement important de l'ostréiculture française permettant la production de plus d'huîtres que n'en fournissait les gisements naturels. Il est facile de comprendre que l'on ne pouvait prévoir, dès les débuts d'une telle culture, de nombreuses difficultés, car la connaissance scientifique et technique de tels élevages étaient alors très limitée, car la situation climatique et hydrographique de la côte

italienne diffère beaucoup de celle des côtes atlantiques françaises.

LA NAISSANCE DE L'OSTREICULTURE AUX PAYS-BAS.-

Les Pays-Bas ont suivi le magnifique exemple français de développement ostréicole amorçé vers 1870. Avisé par quelques ostréiculteurs d'Arcachon qui avaient trouvé une population importante d'huîtres plates sauvages le long des digues de l'Escaut oriental, où la pêche était strictement interdite, le gouvernement des Pays-Bas décidait d'interdire la pêche libre dans tout ce Bassin et de diviser le terrain propice à l'ostréiculture en parcelles qui furent concédées à des exploitants individuels ou à des sociétés ostréicoles. On commença immédiatement à nettoyer les fonds et à y placer des collecteurs sous forme de tuiles chaulées, de coquilles etc..Les jeunes huîtres purent pousser à leur aise sur les parcs bien protégés par une police spéciale. Le succès de cette entreprise fut si grand que bientôt d'autres zones convenables furent affirmées. C'était alors la fin de la pêche des huîtres sur les gisements naturels et les pêcheurs qui pouvaient compter chaque année sur une récolte de 3/4 à 1 million d'huîtres, perdaient ainsi leur métier. Malgré les pronostics du gouvernement, il ne fut pas possible de reconvertir ces pêcheurs en ostréiculteurs. En effet, une toute autre mentalité est à la base de l'ostréiculture. On eut, la bonne fortune, en Hollande, dès les premières années d'ostréiculture, de bénéficier d'étés plus chauds que la moyenne ; c'est ainsi que la population d'huîtres cultivées put très rapidement monter. Bientôt, l'Escaut put produire chaque année 25 millions d'huîtres de culture, résultat magnifique par rapport au million d'huîtres que produisait l'exploitation des gisements naturels. On a là la preuve de l'efficacité de l'ostréiculture par rapport à une exploitation anarchique des bancs.

LES RECHERCHES SCIENTIFIQUES.-

Aux Pays-Bas, les débuts de l'ostréiculture et de la mytiliculture n'ont pas été guidés par une recherche scientifique adéquate organisée par le gouvernement. Des chercheurs de grand renom comme A. VAN LEEUWENHOEK et JOB BASTER ont étudié les huîtres à des fins de recherche pure, mais des études scientifiques destinées à guider les cultures marines ne furent pas mises en place immédiatement,

l'installation du premier biologiste des pêches, le Dr.P.P.C. HOEK n'étant installé qu'en 1888.

Néanmoins, plusieurs biologistes néerlandais se rendirent en Zélande en 1881 et 1882 ; il s'agissait de la commission de la société Néerlandaise de Zoologie qui avait décidé de réaliser des recherches concernant l'huître et l'ostréiculture et de placer son laboratoire mobile à WEMELDINGE pour servir de base d'opérations sur le terrain. Les résultats de ces travaux ont été publiés en néerlandais et en français (1883-1884). Une bibliographie annotée était présentée au premier chapitre suivi d'une contribution du Dr. HOEK sur les organes reproducteurs des huîtres (structure et fonctionnement). L'embryologie de l'huître était traitée par le Dr. HORST et le Dr. HUBRECHT décrivait les essais de culture en bassin fermé et une expérimentation sur la production de naissain dans les bassins à huîtres de Tholen. On peut classer ces expériences parmi les travaux précurseurs des écloseries d'huîtres actuelles.

Il est curieux d'observer que ces chercheurs employaient une locomobile pour actionner les roues à aubes destinées à oxygéner les eaux du bassin, ceci avant que WINKLER eut élaboré sa méthode pour déterminer le taux d'oxygène dans les échantillons d'eau. Les conditions physiques du milieu de l'Escaut oriental ont été décrites par HUBRECHT et de nombreux biologistes ont étudié la faune de cette région. C'est donc un premier rapport qui offre une riche information sur le milieu où fut pratiqué l'ostréiculture néerlandaise et aussi sur l'huître, apportant ainsi des documents importants pour l'ostréiculture locale.

LA CRISE OSTREICOLE DE LA FIN DU SIECLE.-

Ayant développé empiriquement leurs méthodes en s'appuyant sur l'exemple français, les ostréiculteurs néerlandais ont vu monter leur production grâce à l'utilisation de plus en plus grande des tuiles chaulées comme collecteurs. Quand la production d'huîtres eut atteint 30 millions de pièces en 1886, la profession commença à se plaindre que la pousse était médiocre et que le taux de mortalité augmentait, sans que l'on puisse en déterminer la cause. L'hiver long et rigoureux de 1890-91 fit des dégâts importants dans les populations d'huîtres, les pertes excédant 60 %, mais la pousse fut excellente

en 1891 et il n'a pas été enregistré de plaintes les années suivantes. Toutefois, à partir de 1895, la situation se dégrada à nouveau. La qualité des huîtres de consommation diminuait sensiblement. Les plaintes augmentèrent et en 1897, le V.E.B.O. (Syndicat des Ostréiculteurs Zélandais) s'adressait au Ministère et le priait de faire exécuter des recherches scientifiques pour élucider les causes des sévères difficultés éprouvées par l'ostréiculture zélandaise, jadis si prospère.

C'est au Dr. HOEK, biologiste du service des pêches (Gouvernement) dès 1888, que fut confiée cette mission. Il s'en acquitta scrupuleusement, et consigna le résultat de ces recherches dans un rapport publié en 1902. Le Dr. HOEK étudia les indications données par les ostréiculteurs. Il prouva qu'il était peu probable que l'importation d'une petite quantité d'huîtres françaises faite après le sévère hiver 1890-1891, puisse être la cause des difficultés ; il concluait de la même façon en ce qui concerne la fermeture des passes peu profondes qui existaient entre les îles de Walcheren et de Beveland du sud, puis entre cette dernière et le Brabant. Cette fermeture effectuée en 1869 pour la construction d'un chemin de fer, empêcha les communications et les échanges avec les eaux saumâtres et riches en nourriture de l'Escaut occidental. Par ailleurs, le Dr. HOEK ne pouvait conclure à l'action nocive de la sucrerie de Bergen-op-Zoom. Il ne croyait pas non plus à la dégénérescence de l'huître zélandaise puisqu'elle retrouvait toutes ses qualités de jadis par reparquage dans le Zuiderzee. Le Dr. HOEK démontrait que c'était la surpopulation de la partie Est de l'Escaut oriental entrainait une pousse insuffisante et une mortalité excessive. Nous savons maintenant que le Dr. HOEK avait parfaitement raison. Les ostréiculteurs ne pouvaient avoir l'expérience acquise pendant des siècles par les éleveurs de bétail, ils n'avaient pas compris que leur élevage d'huîtres était en réalité une semi culture parce que l'on ne pouvait pas régler la production de nourriture pour les huîtres. En effet, c'est le stock de phytoplancton, offert par la nature qui détermine le nombre d'huîtres pouvant être élevées. Dès que ce nombre est dépassé, la pousse des huîtres devient faible, les mollusques restent maigres et sont vulnérables à l'attaque des bactéries ou des virus et meurent facilement. Je puis maintenant affirmer que le nombre maximum d'huîtres pour le bassin oriental de l'Escaut où se concentre l'ostréiculture de Zélande, ne doit pas dépasser 100 millions d'huîtres de 2 ans, soit une huître

par 4 mètres cubes d'eau de mer.

Bien que les conclusions du Dr. HOEK se soient avérées justes, elles furent peu appréciées en leur temps par l'Administration des pêches de Zélande et même par la profession. Toutefois, vers 1900, les ostréiculteurs commencent à désespérer et reparquèrent leurs huîtres dans le Grevelingen et le Zandkreek. Ils constatèrent alors que la pousse était excellente dans ces eaux et d'autres ostréiculteurs suivirent leur exemple avec succès. Ainsi, la pousse s'améliora et la mortalité diminua jusqu'à redevenir au niveau normal. En même temps, ces reparquages avaient diminué le nombre d'huîtres dans le bassin de l'Escaut oriental, au dessous du nombre limite de 100 millions. On assista alors dans cette région à une reprise importante de la pousse. Cela démontre la justesse des vues du Dr. HOEK qui préconisait dans son rapport de ne pas dépasser le nombre fatidique de 100 millions d'huîtres de 2 ans ou plus dans la partie Est du bassin de l'Escaut oriental.

LA MALADIE DES MOULES.

Pendant les premières années du 20ème siècle, la myticulture zélandaise, quoique vivant dans l'ombre de l'ostréiculture de l'époque, connut aussi une crise très grave causée par une mortalité désastreuse sur les parcs établis sur le secteur ouest de l'Escaut et sur les parcs du Grevelingen et du Zandkreek. Le naissain récolté sur les gisements naturels du Waddenzee et sur les brises lames côtiers était parfaitement sain, mais une fois qu'il était reparqué et mis en affinage, les moules étaient frappées d'une maladie mystérieuse. L'Administration des pêches déçues des conclusions du rapport du Dr. HOEK sur l'ostréiculture ne s'adressa pas au Ministère pour lui demander des recherches sur ce problème et à cette époque les chercheurs de ce Ministère n'étaient pas libres d'organiser leur programme de recherche à leur guise. C'est ainsi qu'une telle étude n'a jamais été réalisée et que nous ne connaissons pas les causes de cette mortalité.

LE CONTROLE SANITAIRE.

A nouveau, de sombres nuages obscursirent le ciel de

l'ostréiculture peu après 1900. Au Royaume Uni, on avait observé des cas de fièvre thyphoïde causés par l'ingestion d'huîtres entreposées dans des eaux polluées par des égouts. Une intense publicité eut pour résultat d'abaisser considérablement la demande d'huîtres de consommation. L'administration des pêches de Zélande prit aussitôt des mesures énergiques. Après avoir fait subir un examen bactériologique aux huîtres, elle délivra des certificats de salubrité aux huîtres d'origine connue. Elle ferma les bassins suspects de Bergen-op-Zoom Le Président FOKKER procédait lui même aux enquêtes sur le terrain ; la confiance reparut et les huîtres de Zélande retrouvèrent leur ancienne réputation. Toutefois, le contrôle sanitaire s'est continué jusqu'aujourd'hui en délivrant des certificats digne de confiance, à la fois pour les huîtres et les moules. Actuellement,les analyses bactériologiques et les relevés topographiques prennent une part importante du travail des chercheurs de l'Institut des Pêches des Pays-Bas.

LA MALADIE DES HUITRES de 1920-1921.

Une mortalité mystérieuse et catastrophique fut observée à la fois dans les régions ostréicoles françaises et sur les gisements naturels d'Angleterre, d'Allemagne et du Danemark pendant les années 1920-1921. Malgré des recherches très approfondies, pratiquées par le biologiste anglais J.H. ORTON, la cause de cette mortalité ne put être décelée. Le rapport publié par ce biologiste laisse supposer qu'il s'agit d'une attaque d'un micro-organisme parasitaire, mais il est encore difficile de comprendre pourquoi la mortalité était aussi étendue. On observait également une forte mortalité en Zélande mais des efforts particuliers furent entrepris pour multiplier le nombre de collecteurs (coquilles de Coques, 50 000 M3 par saison), sur les parcs de l'Escaut oriental.

Aussi, après quelques années de déficit, l'ostréiculture zélandaise retrouvait une phase florissante : une exportation importante d'huîtres d'élevage avec la vente d'huîtres de consommation d'excellente qualité. Mais, on ne réalisa pas alors que l'on avait fait "entrer le Cheval de Troie" avec l'utilisation des coquilles de Coques comme collecteur.

LA CREPIDULE ET LA MALADIE DE LA COQUILLE.

En 1930, deux fléaux frappaient simultanément l'ostréiculture zélandaise. Un Gastéropode d'origine américaine, *Crepidula fornicata* fut introduit en Angleterre avec un lôt d'huîtres provenant de la côte atlantique des U.S.A. Les larves de ces animaux traversaient la Mer du Nord et les premiers exemplaires vivants étaient découverts sur la plage de Zandvoort par un jeune collectionneur de coquillages nommé P. KORRINGA en 1926. Peu d'années après, ce Gastéropode pullulait dans l'Escaut oriental où la nourriture était riche, ce mollusque étant planctonophage comme les huîtres. Il s'en suivit une compétition alimentaire. La crépidule mène une vie sessile. Elle a besoin de substrats pour se fixer et former ses chaines des deux sexes. La Crépidule trouva dans cette région un milieu très favorable à son développement du fait des énormes quantités de coquilles de Coques répandues pour la fixation des huîtres entre 1920 et 1930. Elle occupa donc ces substrats destinés primitivement à recueillir le naissain d'huîtres.

La maladie de la coquille était connue depuis les travaux du Dr. HOEK vers 1900 et aussi par certaines indications dûes aux professionnels des côtes françaises. Jusqu'ici, elle avait peu d'importance, mais elle devenait tout à coup très grave en Hollande en causant d'énormes dégâts : réduction de la pousse, déformation des coquilles qui se couvraient à l'intérieur d'énormes taches vertes, importante mortalité. On ne savait que faire pour combattre cette maladie. Comme la maladie se développait de façon alarmante chez les jeunes huîtres, on ne pouvait l'éviter qu'en reparquant les huîtres de taille moyenne dans d'autres régions. Le stock d'huîtres diminuait alors de façon alarmante et les survivants étaient de médiocre qualité, la production de naissain s'abaissant sensiblement faute de géniteurs et de collecteurs.

RECHERCHES SCIENTIFIQUES.

Le gouvernement néerlandais n'hésita pas à mettre en place les moyens nécessaires pour sauver la belle industrie ostréicole zélandaise d'une destruction presque totale. L'utilisation des coquilles de Coques comme collecteur fut prohibée en même temps que l'on

subventionnait le nettoyage des parcs les plus importants. Il fut importé en 1935-1936 des quantités considérables d'huîtres françaises-renversement de la situation connue après la mortalité de 1920. En outre, il fut distribué des tuiles aux chômeurs d'Yerseke pour qu'ils en fassent des collecteurs chaulés, ce qui leur permettait de se créer des situations indépendantes.

Le gouvernement décidait ensuite de nommer un jeune biologiste pour se consacrer aux graves problèmes de l'ostréiculture zélandaise et à l'installer dans le petit laboratoire de Bergen-op-Zoom, primitivement destiné au contrôle sanitaire des mollusques. Cela se passait en 1937 et j'étais alors le jeune biologiste que devait initier le Dr. HAVINGA, Chef de recherche des Eaux côtières et littorales. Ma mission était multiple ; d'abord étudier et élucider la nature et la cause de la maladie de la coquille, expliquer pourquoi ce fléau connu depuis si longtemps se répandit de façon considérable après 1930. Ensuite, conseiller les ostréiculteurs et l'Administration des pêches de Zélande pour lutter contre cette maladie. Il fallait en même temps essayer d'assister les ostréiculteurs dans leurs efforts pour accroitre le stock d'huîtres de Zélande. Pour cela, je devais essayer de prédire l'intensité de fixation du naissain en me fondant sur l'étude du plancton, système déjà développé en France. Le nombre de tuiles n'étant pas suffisant pour produire tout le naissain et l'usage des coquilles de coques étant prohibé, il était indispensable de rechercher d'autres types de collecteurs. Je devais aussi, dans la mesure du possible, permettre la destruction des Crépidules. Vaste programme ! mais j'ai pu finalement trouver les différentes solutions bien que ces recherches aient pris une dizaine d'années. L'histoire de ces investigations est trop longue pour être rapportée ici ; j'en donnerais seulement les conclusions principales.

I - L'intensité de la fixation du naissain peut être prévue de façon très nette par l'analyse des échantillons de plancton prélevés journellement de la mi-juin à la mi-août. Une quantité de 100 litres d'eau de mer prélevée avec une pompe à mi profondeur au niveau du centre des parcs à huîtres et aussi à basse mer est tamisée dans un filet à plancton. L'étude microscopique permet de déceler le nombre de larves d'huîtres présentes dans 100 litres d'eau et la mesure

des coquilles larvaires donne des indications sur leur croissance. Quand la nourriture est suffisante, des températures de 18 ° C et plus favorisent cette croissance. Le nombre de larves prêtes à se fixer (1/3 de mm) permet de prévoir l'intensité de la fixation dans les jours qui suivront. Les ostréiculteurs ont très rapidement reconnu la valeur de ces prédictions. Ils s'en sont servi pour obtenir des fixations optimales.

Après une dizaine d'années de recherches, j'avais pu réunir suffisamment de résultats pour pouvoir mettre en évidence un rythme très net d'expulsion des larves par l'huître mère. Ce rythme dépend des marées, le nombre maximum de larves pouvant être attendu entre le 26 juin et le 10 juillet, soit 10 jours après la pleine ou la nouvelle lune. Quand le temps est beau à cette époque, la fixation aura lieu environ une douzaine de jours après. Sinon, il faut attendre deux semaines pour profiter d'un maximum supplémentaire, mais moins important, pour la production de larves.

2 - Collecteurs.

J'ai expérimenté l'utilisation des coquilles de moules comme collecteurs. Celles-ci proviennent des conserveries et contrairement aux valves de Coques qui sont de structure très solide et riche en calcite, les coquilles de moules bâties d'aiguilles d'aragonite agglomérées par de la conchyline restent plus friables.

Elles ne peuvent servir de substrat durable aux agglomérations de Crépidules et pour la même raison libèrent les jeunes huîtres fixées qui peuvent se développer librement sur le substrat, sans nécessiter de travail de détroquage de la part de l'ostréiculteur. Les coquilles de moules peuvent donc être utilisées comme collecteurs sans courir de risques.

3 - La maladie de la coquille.

C'était là la tache le plus difficile et je me trouvais dans la position d'être le premier biologiste marin à avoir à lutter et à élucider une maladie de mollusque. Les études d'analyse des échantillons ou la microscopie furent effectuées au laboratoire, mais les expériences cruciales furent effectuées sur le terrain. Cela m'a pris beaucoup de temps et de travail, particulièrement dur pendant les

années de guerre où les moyens de transport étaient la bicyclette, le bateau à rames et les bottes sur le terrain. Sans toutes ces recherches dans le bassin de l'Escaut, je n'aurais pas pu résoudre ce problème. La maladie est produite par une moisissure nommé *Ostracoblabe implexa* décrite depuis longtemps par BORNET & FLAHAUT, dans de vieilles coquilles verdâtres, associée à des algues perforantes.

Cette moisissure produit des carpospores en été, mais pas avant que la température des eaux n'ait monté au dessus de 19° C pendant 10 jours, ceci d'après mes propres observations. Des températures de l'ordre de 20-21° entraînent une vigoureuse production de spores. Celles-ci, transportées par les marées, descendent avec la vase sur toutes sortes de coquilles mortes ou vivantes. Quand elles germent, elles peuvent perforer la mince coquille supérieure du naissain ou la dentelle de la valve inférieure de l'huître de 14 mois. Cette perforation s'accompagne de la production de petites taches blanches au centres desquelles on peut déceler après observation microscopique, une jeune moisissure encore mince. Au contact du manteau de l'huître vivante, la moisissure provoque une réaction tissulaire comparable à celle que causent les insectes provoquant les galles chez les végétaux. Par incitation d'ordre vraisemblablement chimique, elle induit la prolifération de tissus normaux dans des zones où ils ne se formeraient pas normalement. Les taches et verrues vertes, dans l'intérieur de la coquille peuvent être considérées comme des accumulations de matières identiques au ligament, mais en position anormale. L'huître ainsi déformée cesse de croitre et meurt.

J'étais en mesure de déceler les terrains où l'on pouvait s'attendre à des attaques graves mais aussi, les endroits salubres où l'on pouvait recommander de placer les collecteurs. La cause de cette différence était due à la présence dans les zones insalubres de masses de vieilles coquilles de Coques, réservoirs d'*Ostracoblabe*. La lutte directe paraissait possible en baignant les jeunes huîtres récemment atteintes dans une solution de fungicide à base de mercure qui pénètre dans le petit trou creusé par la moisissure et la détruit. Mais, la lutte indirecte était encore plus intéressante et une grande campagne fut entreprise pour draguer toutes ces vieilles coquilles de Coques répandues comme collecteurs entre 1920 & 1930. Ce grand "nettoyage", subventionné par le gouvernement eut

lieu en 1948 ; une soixantaine de bateaux y participèrent. Les résultats obtenus furent nets ; la maladie de la coquille n'a pas complètement disparu mais a été si réduite que les ostréiculteurs n'ont plus à la craindre. On observe seulement après un été chaud, une petite recrudescence du taux d'attaque.

Cette mesure de nettoyage des fonds eut pour contre coup de pouvoir également se débarrasser des Crépidules. Privés de leurs substrats, ces animaux ne peuvent plus se développer et former des chaines de nombreux individus. Leur reproduction cesse. C'est ainsi que par un nettoyage très strict des parcs, les ostréiculteurs zélandais se sont débarrassés de la maladie de la coquille et des Crépidules.

LE MYTILICOLA ATTAQUE LES MOULES.

Juste quand tout marchait bien à nouveau pour l'ostréiculture, que l'on avait pu se débarrasser des Crépidules et de la maladie de la coquille, que le stock d'huîtres progressait rapidement permettant d'atteindre une production optimale de 25 à 30 millions d'huîtres, un fléau inattendu frappait tout à coup les moules. Jusqu'ici, la mytiliculture s'était développée sans l'aide de la recherche scientifique mais, en 1949, une mortalité anormale frappa les parcs du Zandkreek. Je changeais avec regret mon programme de recherches sur les huîtres pour pouvoir me consacrer à l'étude de cette maladie.. Très vite, j'en reconnus la cause : le Copépode parasite *Mytilicola intestinalis*, jadis inconnu aux Pays Bas. J'ai pu retrouver la voie d'introduction de ce parasite. Présent sur des bancs naturels de la côte N.W. de l'Allemagne, il avait été introduit par un petit mytiliculteur qui avait volé des moules allemandes. Il est probable qu'en Allemagne le *Mytilicola* provenait de moules d'origine méditerranéenne, fixées sur des coques de vieux bateaux (entre 1930 et 1937).

Raconter tous les aspects de cette recherche prendrait trop de temps. Le *Mytilicola* ne tue pas la moule quand il est présent en petit nombre dans le tractus digestif mais comme il se nourrit au détriment de son hôte, il diminue l'indice de condition (la moule s'amaigrit). Présent en plus grande quantité, (plus de 10 par animal), les moules souffrent, deviennent très maigres, produisent

difficilement leur byssus et peuvent même mourrir, surtout en été. L'année 1950 fut en particulier désastreuse pour la mytiliculture en Zélande par suite de la mortalité excessive et du faible tonnage de moules pouvant être acceptées sur le marché.

Les mytiliculteurs me demandèrent de trouver des moyens chimiques pour lutter contre ce parasite comme j'avais pu le faire pour les maladies et les compétiteurs de l'huître. Cela ne paraissait guère possible car ce copépode vivant dans l'intestin de la moule ne peut être atteint dans cette région d'accès difficile. Un voyage fait le long du littoral méditerranéen français en compagnie de mon regretté ami, le Dr. LAMBERT, Inspecteur général à l'Institut français des pêches maritimes m'a permis de me rendre compte que les moules méditerranéennes souffrent peu de la présence du parasite. Elles ne sont pas plus résistantes et il n'existe pas d'hyperparasite réduisant le taux de *Mytilicola*.

En fait, ces observations me donnaient la clef de la lutte à entreprendre en Zélande. Il fallait réduire le nombre de moules dans une masse d'eau donnée. De ce fait, la reproduction du *Mytilicola*, au nombre réduit de larves, serait rendue plus difficile. Moins de moules portant les parasites adultes signifie moins de larves pendant la saison de reproduction et, en même temps, une chance réduite pour ces larves de trouver un hôte. Donc, réduction de la quantité de moules cultivées en Zélande, éviter les parcs profonds où les larves de *Mytilicola* cherchent surtout leurs hôtes et, avant tout, ' exploitation de la vaste région du Waddenzee. Ces mesures furent prises et donnèrent d'excellents résultats. L'installation de parcs dans le Waddenzee, dépourvue de *Mytilicola*, permit à la production de moules de consommation tombée en 1950 de remonter à son niveau antérieur : 90 000 à 100 000 tonnes. Maintenant, environ 60 à 70 % des moules hollandaises sont cultivées dans le Waddenzee, le reste en Zélande. Le *Mytilicola* est encore présent mais l'équilibre biologique entre le nombre de moules et la masse d'eau est respecté.

LE PLAN D E L T A.

Après vingt années de recherches passées soit au laboratoire de Bergen-op-Zoom, soit sur le terrain avec l'aide des bateaux

de surveillance, je devais enfin quitter cette région pour assumer les fonctions de Directeur de l'Institut des pêches à IJmuiden, en janvier 1957. Je le regrettais un peu car les efforts scientifiques menés avaient bien rendu. De nouveau, la production atteignait 25 à 30 millions d'huîtres de consommation mettant ainsi les Pays Bas comme 2ème producteur après la France d'huîtres plates dans le monde. La production de moules remontait à 90 000 - 100 000 tonnes de moules mettant les Pays Bas comme second producteur mondial après l'Espagne.

Suivant d'assez loin les cultures marines de mon Institut, je devais toujours servir indirectement la conchyliculture. Mes collaborateurs continuaient de prédire la fixation du naissain d'huîtres jusqu'en 1963, quand cet hiver rigoureux et très long mit fin à l'emploi de tuiles chaulées comme collecteurs en raison de la pénurie des géniteurs. Le contrôle sanitaire continuait pour les huîtres et les moules, après la clôture du Laboratoire de Bergen-op-Zoom de la base d' IJmuiden.

Le plancton des eaux côtières, y compris celui de l'Escaut oriental fut contrôlé soigneusement chaque été afin d'éviter que des moules contaminées par les Dinoflagellés puissent être mises en vente sur les marchés. En cas de doute, des essais biologiques avec des rats blancs sont réalisés. Enfin, le parasitologue de notre Institut travaille sur les maladies des huîtres, en particulier sur la maladie des "Abers" qui semble être la plus redoutable.

Le plan DELTA est né après les inondations de 1953 qui menaçaient de faire disparaitre notre belle ostréiculture en Escaut oriental par suite de la construction d'une grande digue prévue pour 1978, la culture des moules pouvant seulement être continuée dans le Waddenzee, après cette date, Les dégorgeoirs seraient également mis hors d'usage à cette date. Des recherches poursuivies dans un laboratoire muni de grandes installations techniques et créé spécialement sur l'Ile de Texel aurait pour rôle d'étudier des nouvelles méthodes de la Conchyliculture après la clôture de l'Escaut oriental et la construction de grands dégorgeoirs et d'entrepôts dans d'autres régions. Des recherches biologiques, biochimiques, techniques, ont augmenté d'une façon impressionnante nos connaissances sur les moules et sur leur comportement pendant les manipulations nécessaires à leur préparation pour la vente.

Mais, juste quand l'on croyait que tout était perdu, le Gouvernement révisait son projet de digue clôturant l'Escaut oriental afin de sauver les riches ressources conchylicoles de cette région et la magnifique faune de cet estuaire. Rien n'est encore décidé définitivement mais les ostréiculteurs gardent l'espoir qu'une solution équitable apparaisse dans l'intérêt de la culture des huîtres et des moules.

Une commission gouvernementale devait produire un rapport sur cette question. L'économétriste de cette commission a montré d'une façon très nette que l'avenir pour l'économie nationale était au contraire de ne pas freiner les industries conchylicoles.

oooo

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANON., 1883 - Rapport sur les recherches concernant l'huître et l'ostréiculture, publié par la Commission de la Station Zoologique de la Société Néerlandaise de Zoologie. *Suppl. Vol. I Tijdschrift Nederl. Dierk. Ver.*, 693 p.

ANON., 1974 - Rapport Commissie Oosterschelde. Staatsuitgeverij 's Gravenhage, 199 pp.

DRINKWAARD, A.C., 1959-1961 - The quality of oysters in relation to environmental conditions in the Oosterschelde. *Annales Biol. 14*, 217-233 ; *15*, 224-233 ; *16*, 255-261.

DRINKWAARD, A.C., 1972 - Het Mosselproefstation op Texel operationeel. *Visserij 25 :* 61-69, 216-238.

FOKKER, A.J.F., 1901 - Rapport Mosselenziekte. Appendix II-2544. Minutes of Board Meetings. *Bestuur der Visscherijen op de Zeeuwsche Stroomen.* Printed by J.M.C. Pot, Tholen. 13 pp.

GRIJNS, A., 1951 - Bacteriological control of Zealand oysters and mussels. *Rapp. Proc. Verb. Cons. Int. Exp. Mer. 128(II)*, 48-49.

HOEK, P.P.C., 1902 - Rapport aver de oorzaken van den achteruit gang in hoedanigheid van de Zeeuwsche oester. *Gebr. van Cleef, 's-Gravenhage*, 176 pp.

KORRINGA, P., 1941 - Experiments and observations on spawning, pelagic life and setting in the European flat oyster, Ostrea edulis L. *Arch. Neerl. Zool.*, *5*, 1-249.

KORRINGA, P., 1942 - De lotgevallen van de zeeuwsche oestercultuur. *Econom. Voorlichting, 27,* 817-824.

KORRINGA, P., 1946 - A revival of natural oyster beds. *Nature (London), 158,* 586-587.

KORRINGA, P., 1946 - The decline of natural oyster beds. *Basteria 10,* 36-41.

KORRINGA, P., 1947 - Les vicissitudes de l'ostréiculture Hollandaise élucidées par la science ostréicole moderne. *Ostréiculture, Cult. Mar. Paris, 16,* 3-9.

KORRINGA, P., 1947 -Relations between the moon and periodicity in the breeding of marine animals. *Ecol. Monogr. 17,* 347-381.

KORRINGA, P., 1951 - Investigations on shell disease in the oyster, Ostrea edulis L. *Rapp. Proc. Verb. Cons. Int. Expl.Mer, 128 (II),* 50-54.

KORRINGA, P., 1951 - Crepidula fornicata as an oyster pest. *Rapp. Proc. Verb. Cons. Int. Expl. Mer. 128 (II),* 55-59.

KORRINGA, P., 1951 - Le *Mytilicola intestinalis Steuer* (Copepoda parasitica) menace l'industrie moulière en Zélande. *Rev. Trav. Off. Sci. Peches Mar, 17 (2),* 9-13.

KORRINGA, P., 1951-1955 - Epidemiological observations on the mussel parasite *Mytilicola intestinalis* Steuer carried out in The Netherlands. *Annales Biol., 8,* 182-185 ; *9,* 219-224 ; *10,* 197-200 - *11,* 184-186 ; *12,* 230-231.

KORRINGA, P., 1951-1964 - Larvae and spatfall of oysters in the Oosterschelde (Holland). *Annales Biol., 7 156-158 ; 8, 178-180 ; 9, 215-217 ; 10, 193-197 ; 11, 178-180 ; 12, 222-225 ; 13, 236-238 ; 14, 214-217 ; 15, 222-224 ; 16, 253-255 ; 17, 243-244 ; 18, 190-192.*

KORRINGA, P., 1953 - Aan de wieg van de vaderlandse oestercultuur. *Maatschappij Belangen, 117,* 34-37.

KORRINGA, P., 1955 - Qualitätsbestimmungen an Miesmuscheln und Austern. *Archiv. für. Fischereiwiss. 6,* 189-193.

KORRINGA, P., 1956-1958 - The quality of marketable oysters from the Zealand waters. *Annales Biol., 11,* 180-182 ;*12,* 225-228 ; *13,* 238-241.

KORRINGA, P., 1956-1968 - The quality of marketable mussels from the Dutch Waddensea. *Annales Biol., 11*, 182-184 ; *12*, 223-230 ; *13*, 241-243.

KORRINGA, P., 1957 - Water temperature and breeding throughout the geographical range of Ostrea edulis. *L'Année Biol., (33). (1/2)*, 1-17.

KORRINGA, P., 1968 - On the ecology and distribution of parasitic Copepod Mytilicola intestinalis Steuer. *Bijdragen tot de Dierkunde 38*, 47-57.

KORRINGA, P. & LAMBERT, L., 1951 - Quelques observations sur la fréquence de Mytilicola intestinalis Steuer (Copepoda parasitica) dans les moules du littoral méditerranéen français. *Revue Trav. Inst. scient. Pêch. marit. 17*, 15-29.

LEGENDE DES FIGURES

Fig.1 : La périodicité lunaire dans l'apparition des larves d'huîtres dans l'Escaut Oriental. Le plus grand maximum peut être attendu toujours entre le 26 juin et le 10 juillet, 10 jours après la pleine ou la nouvelle lune.

Fig.2 : En haut : Huîtres de 18 mois traitées à temps avec un fungicide.

En bas : Huîtres du même lot, non traitées, montrant la maladie de la coquille.

Fig.3 : Tholen, 1882. Le Dr.P.P.C. Hoek, fier d'avoir mis la locomobile en marche pour aérer l'eau dans laquelle se trouvent des larves d'huîtres. A gauche, le laboratoire mobile de la Société Néerlandaise de Zoologie.

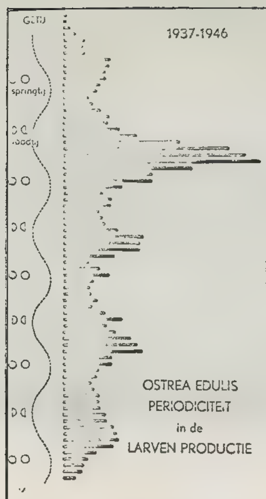


Fig.1. La périodicité lunaire dans l'apparition des larves d'huîtres dans l'Escaut Oriental. Le plus grand maximum peut être attendu toujours entre le 26 juin et le 10 juillet, 10 jours après la pleine ou la nouvelle lune.

Fig. 2 - En haut : Huîtres de 18 moins traitées à temps avec un fungicide.
En bas : Huîtres du même lot, non-traitées, montrant la maladie de la coquille.

photo B. Havinga

Fig. 3 - Tholen, 1882. Le Dr. P.P.C. Hoek, fier d'avoir mis la locomobile en marche, pour aérer l'eau dans laquelle se trouvent des larves d'huîtres.
A gauche le laboratoire mobile de la Société Néerlandaise de Zoologie.

[illegible]

[illegible]

LA CONCHYLICULTURE EN YOUGOSLAVIE, SON EVOLUTION, SES PERSPECTIVES

par Zelimir FILIC (1)

RESUME

L'élevage des coquillages a commencé en Yougoslavie très tôt, mais n'a jamais atteint une production plus élevée que 400 tonnes par an. Il y a beaucoup de raisons à cela, mais les plus importantes sont celles de "nature économique", car sur la côte adriatique toutes les conditions favorables biologiques, hydrographiques et géomorphologiques existent pour le développement de l'élevage des mollusques comestibles.

Une production importante est actuellement recherchée par l'application des méthodes actuelles d'élevage, par une mailleure organisation économique et "marino-culinaire" du marché et par une coopération plus étroite entre les producteurs et les institutions scientifiques compétentes.

SUMMARY

CONCHYLICULTURE IN JUGOSLAVIA

The shellfishculture has begun in Yugoslavia very early but has never reached the production bigger than 400 t, a year. There are many reasons for this, but the most important ones are those heving an economic nature, since all biological, hydrographic and

(1) Centre de recherche marine, Institut "Rudjer Boskovic" Rovinj, Yougoslavie.

geomorphologic conditions for an intensive development of shellfisheries has always existed on the Adriatic coast.

The bigger production is now being endeavoured by the application of the contemporary cultivation mathodes, by the better economical and the "marine-culinary" organisation of the market and by the establisment of a tight cooperation between producer and the adequate scientific institutions.

°°°°

La conchyliculture, en tant que branche économique, n'a jamais eu en Yougoslavie un développement considérable, comme dans d'autres pays maritimes, bien que l'exploitation des mollusques marins commence bien loin dans le temps. Les gisements préhistoriques de coquilles et les documents de la période romaine en sont le témoignage. Pour l'histoire plus récente il existe des documents de XVIème siècle qui nous parlent de l'existence de bancs naturels d'huîtres dans l'Adriatique du Nord (Pomer et Lim dans l'Istrie, l'Île Krk, le Bassin de Novigrad...), ainsi que du haut prestige culinaire dont les huîtres jouissaient chez les personnages éminents et les monarques de l'époque. On peut également citer une ordonnance de 1749 qui règle l'exploitation des huîtres et leur exportation à l'étranger.

Toutes ces références historiques, analysées dans les travaux de BASIOLI (1968) sur la récolte des coquillages sur les bancs naturels de la côte adriatique, confirment que depuis longtemps les huîtres croissaient dans ces localités et qu'elles constituaient une ressource d'intérêt considérable.

Avant la deuxième guerre mondiale, il existait essentiellement deux centres de la conchyliculture : l'un dans le golfe de Mali Ston (près de Dubrovnik) en Adriatique sud et l'autre sur la côte occidentale d'Istrie, avec son centre à Pula, dans l'Adriatique nord. Ces régions sont restées jusqu'à ce jour les centres les plus importants. Dans ces deux zones, la culture a une origine lointaine ; dès le XVIIIème siècle, elle était déjà organisée au point de vue législatif. L'administration de Dubrovnik, par exemple, publia en 1786, une ordonnance sur la conchyliculture ; elle fit profiter les cultiva-

teurs d'aides financières, délimita les zones d'exploitation, tandis que dans le nord du pays, dans le Canal de Lim (vers la fin du XIXème siècle) les coopératives des ostréiculteurs avaient établi tout près des parcs les habitations des ouvriers. Dans le midi du pays, à Mali Ston, l'ostréiculture date du XVIIIème ; on immergeait comme collecteurs des branches de chêne, pour les enlever trois ans après avec les huîtres déjà grandes. Avant la première guerre mondiale on essaya une combinaison entre le système, alors en vogue, à Tarente et le système français. Dans le Canal de Lim, étant la mer profonde, il fut développé une méthode de culture sur bouées. Dans ce territoire il y avait alors une production de 20 millions d'huîtres et de 300 t. de moules. Après la guerre, en 1946, avec la création de la première station de Pêche dans le golfe de Mali Ston, le gouvernement s'occupa de la problématique concernant la conchyliculture scientifique.Grâce à des recherches hydrographiques et biologiques , il fut tenté d'établir les conditions optimales pour la culture. De cette époque datent de nombreux travaux scientifiques tels que :expériences de rationalisation et de perfectionnement de la technique de l'ostréiculture en Yougoslavie (MIHAILINOVIC, 1954). A cette époque, des entreprises conchylicoles furent fondées ("Jedinstvo" à Mali Ston, "Skoljka" à Porec), ainsi que de nouveaux parcs à huîtres à piliers de béton armé ou bien à rails. Dans l'Adriatique du Nord, à l'institut de Biologie Marine de Rovinj sous la direction du Docteur NIKOLIC, on entreprit des recherches globales sur les problèmes de la conchyliculture ; entre autres, des travaux sur les nouvelles méthodes de culture des huîtres et des moules furent publiés (NIKOLIC et STOJNIC, 1962,1963). Les huîtres, avant d'être immergées pour l'élevage, sont fixées en "quadriole" avec le ciment, tandis que le captage des naissains de moules s'effectue à l'aide de collecteurs constitués par des morceaux de ciment. Dans le travail : Shellfish Culture and the Productivity of our Rearing Places (NIKOLIC, 1964), cet auteur indique et met l'accent sur les principes fondamentaux de culture suivants :

- l' exigence d'établir la fertilité du Bassin,
- la nécessité d'examiner les conditions hydrographiques,
- l'obligation de connaître le benthos et les prédateurs des coquillages, c'est-à-dire, tout ce qui a une influence sur la mortalité,

- la nécessité de suivre le cycle sexuel des coquillages,
- le contrôle de la présence et de l'évolution des larves dans le plancton afin de déterminer le moment de l'immersion des collecteurs,
- la fertilisation artificielle de la mer afin d'augmenter la productivité ce qui permet d'accélérer la croissance linéaire et pondérale des mollusques.

Une nouveauté dans la conchyliculture, qui a été réalisée avec succès est la fertilisation artificielle effectuée dans le canal de Lim en 1957. Pour cette opération, il fut versé un mélange de superphosphate de H_2SO_4 et d'humus dont la composition a été établie par BULJAN (1957). Après cette opération, il a été enregistré un accroissement plus rapide des huîtres et une augmentation du poids de chair (MARINKOVIC et NIKOLIC, 1963).

Alors que les méthodes de la conchyliculture étaient en cours de renouvellement, le Professeur P. LUBET effectua (1960-1961), sous l'égide de la FAO, deux missions destinées à étudier les conditions locales de développement de la mytiliculture et de l'ostréiculture et à déterminer les techniques les plus adéquates. C'est ainsi que des conseils précieux purent être donnés aux conchyliculteurs, suggestions qui restent encore aujourd'hui valables. En outre, il fut souligné la nécessité d'une collaboration plus étroite entre les Institutions scientifiques et la profession, l'urgence d'une meilleure organisation du marché et l'organisation du travail au sein des entreprises, la nécessité d'un contrôle sanitaire.

Pendant cette période aux deux centres précédemment cités, s'ajoutèrent de nouveaux centres conchylicoles (Novigradsko More (Adriatique central), Pomer (Istrie) dont les phases de développement restent très comparables.

A partir des années 1960, la conchyliculture marque une nette régression. Par une coïncidence malheureuse, dans la région du Canal de Lim, une mortalité catastrophique des huîtres (jusqu'à 90 %) se produisit au moment de la première expérience de fertilisation artificielle, ce qui provoqua légitimement chez les ostréiculteurs, une grande défiance à l'égard de ce procédé. Toutefois, il n'est pas exclus qu'une quantité de phosphates de 14 mg à 33 mg par tonne d'eau de mer ait pu exercer une influence néfaste sur l'activité vitale des huîtres

(BULJAN, 1960, NIKOLIC, 1964). Mais la mortalité fut essentiellement attribuée à un changement soudain et très défavorable de la situation hydrologique.

Après quoi, la culture dans le Canal de Lim accusa une grave récession pour cesser complètement en 1966, mais elle fut entreprise en 1971.

La production des coquillages comestibles en Yougoslavie n'a jamais été considérable. Dans les derniers 40 ans, on peut assister à la progression suivante :

- de 1931 à 1940, en moyenne 156 t/an
- de 1948 à 1957 " " 132 t/an
- de 1958 à 1967 " " 297 t/an

Aujourd'hui, la production annuelle est de 122 t. pour les huîtres et 287 t. pour les moules.

Pendant cette période, les institutions qui s'occupaient des recherches marines et qui étaient situées le long de notre littoral, effectuaient des études sur les milieux marins des stations pratiquant la conchyliculture, ainsi que sur la biologie et la biochimie des deux espèces élevées (voir références).

Actuellement, le long de la côte yougoslave, il existe quatre Instituts qui s'occupent globalement de tous les aspects des recherches marines, mais qui malheureusement n'ont pas encore de programme en ce qui concerne l'aquaculture. Dans l'Institut océanographique de Split, on effectue les recherches biométriques sur les moules et les huîtres par rapport aux conditions hydrologiques du milieu (MOROVIC, 1958, MOROVIC et SIMUNOVIC, 1969). L'Institut de biologie marine et d'océanographie de Kotor fait des études sur la faune parasite des moules et des huîtres ; elle travaille aussi au développement de la technologie de l'élevage (STJEPCEVIC, 1974). Dans le Centre de recherches marines de Rovinj, il existe , depuis le séjour du Dr. NIKOLIC, une longue tradition dans le domaine de la conchyliculture, ainsi qu'en témoignent les études sur la biométrie des coquilles, la série de travaux sur la fécondation artificielle des moules et sur le développement des stades larvaires en fonction de la température et de la salinité.

Nous nous trouvons maintenant dans la phase des recherches où il devient intéressant de créer un modèle construit à l'aide d'expé-

riences scientifiques pour l'élevage moderne des mollusques.

Ces dernières années, nous relevons la nécessité de fixer un programme commun lié aux recherches sur l'aquaculture. Il a été également proposé un plan ambitieux à long terme pour le développement de la pêche, dans lequel est prévue, dans la période des dix ans à venir, une production de l'aquaculture de 30 000 t/an. Dans cette optique, on a discuté sur l'exigence de bâtir un laboratoire central pour l'aquaculture, où seraient concentrés tous les experts et toutes les ressources financières pour la réalisation d'un programme commun.

Toutefois, en attendant que tous ces grands plans puissent devenir réalité, car ils sont liés à des problèmes divers, surtout d'ordre économique, nous sommes bien persuadés que l'augmentation de la production des coquillages peut devenir un fait réel si l'on suit les principes économiques généraux, si l'on sait profiter des expériences des pays plus avancés dans le domaine de l'aquaculture. Cependant, avant de donner les lignes directrices de cette évolution, il nous semble nécessaire d'indiquer les caractéristiques principales de la conchyliculture yougoslave actuelle. La production de coquillages est basse, elle est en outre caractérisée par le haut prix de revient des produits finis ; en conséquence, la demande est faible. Les problèmes de la conchyliculture sont aussi de caractère technique et technologique.

Pour sortir de cette situation il faut poser et résoudre les problèmes suivants :

1) Réaliser une meilleure organisation du travail dans la mise en oeuvre des techniques de production.
   La division saisonnière du travail existant actuellement exige un très grand nombre d'ouvriers dans certaines phases d'élevage.

2) Introduire des techniques et des technologies plus avancées et plus économiques, en y incluant le contrôle sanitaire de la production.

3) Organiser le marché, le marketing et les transports correspondants ainsi que l'élévation de la culture "marino-culinaire" des consommateurs.

4) Etablir une meilleure collaboration entre les producteurs et les institutions scientifiques.

5) Résoudre le problème de la qualification des cultivateurs de coquil-

lages dans les écoles existant pour les pêcheurs.

Le plan de développement à long terme jusqu'en 1985 (30 000 t. de produits d'aquaculture) est très ambitieux ; pour le réaliser il faut y accéder de façon globale et grâce à de nombreuses recherches.

ooooo

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BASIOLI J., 1968.- Uzgoj skoljkasa na istocnim obalama *Jadrana.Pomorski zbornik*, 6 : *179-216.*

BULJAN M., 1957.- Report on the results obtained by a new method of fertilization experimented in the marine bay "Mljetska jezera". *Acta adriat.*, 6*(6) : 3-44.*

BULJAN M., 1960.- Rezultati fertilizacije Limskog kanala u toku 1959. *Morsko ribarstvo*, 8 *: 27-28.*

MARINKOVIC M. et NIKOLIC M., 1963.- La croissance de l'huître *Ostrea edulis L.* avant et pendant la fertilisation de la mer à Limski kanal (Istrie, Yougoslavie) depuis 1957 jusqu'en 1961. *Thalassia jugosl.*, 2*(4) : 5-25.*

MIHAILINOVIC M., 1954.- Expériences de rationalisation et de perfectionnement de la technique de l'ostréiculture en Yougoslavie. *FAO, Doc.techn., 42.*

MOROVIC D, 1958.- La croissance des huîtres (*Ostrea edulis L.*) dans le lac de Mljet 1952-1955. *Acta adriat.*, 6*(7), 28.*

MOROVIC D. et SIMUNOVIC A., 1969.- Contribution à la connaissance de la croissance de l'huître et de la moule dans la baie de Mali Ston. *Thalassia jugosl.*, 5 *: 237-247*

NIKOLIC M., 1964.- Shellfish culture and the productivity of our rearing places. *Acta adriat.*, 11*(32): 239-242.*

NIKOLIC M., 1964.- Causes of oyster (*Ostrea edulis L.*) massmortality Limski kanal, Istra 1960. *Acta adriat.*, 11*(31) : 227-238.*

NIKOLIC M. et STOJNIC I., 1962. A system of oyster culture on floating shellfish parks. *Stud.Rev.GFCM, (18) : 1-8.*

NIKOLIC M. et STOJNIC I., 1963 - Une méthode de mytiliculture. Proc. Gen. *Fish.Coun.Medit.*, *7* : *251-255.*

STJEPCEVIC J., 1974 - Contribution à la connaissance de la faune parasitaire chez les moules et les huîtres plates dans les bouches de Boka Kotorska. *Glas.Republ.zavoda zast. prirode, Titograd, 7 : 77-95*

EVOLUTION ET PERSPECTIVES DE LA CONCHYLICULTURE EN ESPAGNE

par E. PASCUAL (1)

RESUME

Les centres les plus importants de production de mollusques sont situés sur la côte NW de l'Espagne.

Les gisements d'huîtres plates diminuant, la culture de cette espèce *(Ostrea edulis)* se développe actuellement. Sur la côte SW se trouve un important gisement de *Crassostrea angulata*, espèce qu'il faudrait commercialiser en Espagne. Il doit être signalé des essais d'acclimatation de l'huître de Virginie et des clams.

SUMMARY

MOLLUSCAN CULTIVATION IN SPAIN :
EVOLUTION AND OUTLOOK

The main centers of molluscan production are placed in the NW coast of Spain. The flat oyster, *Ostrea edulis*, was the most important production of the area several years ago, but the species was carried near the point of extinction because of the overexploitation of the natural beds. In the late years, a raft culture system was developed to grow small flat oysters imported from France, but a digestive gland disease caused the death of the major part of the oysters stocks. Now, three hatcheries operate to obtain flat oyster spat.

The higher yields of the area are obtained with the raft cul-

(1) Instituto de Investigaciones Pesqueras. Laboratoire de Cadix - Espagne

ture of mussels, the production being over 170 000 metric tons per year. As a consequence, there is a great accumulation of detritus on the bottom, wich causes unfavourable conditions for the development of benthic species.

In the SW coast, a very important natural bed of *Crassostrea angulata* exists. This species is not a commercial one in Spain, wherefore its exploitation depends on the exportation to the French market. To day, the oyster culture in the area is in strong decline, caused by both the evolution of the French market and the high mortalities occasioned by a unknown disease.

At present, trials for the introduction of *Crassostrea virginica* and *Mercenaria mercenaria*, two well-accepted species in the Spanish market, are carried out.

oooo

Du point de vue de la conchyliculture les côtes d'Espagne peuvent être divisées en trois régions : la nord-atlantique, la sud-atlantique et la méditerranéenne.

C'est la région nord-atlantique qui produit la plus grande part des coquillages d'Espagne. Les plus importants centres de production se trouvent situés dans les "rias" de Galice ; ces rias sont des bras de mer, semblables aux fiords norvégiens, avec une très grande productivité primaire.

L'huître plate venait autrefois au premier rang des coquillages de Galice, mais par suite d'une exploitation excessive des gisements naturels, cette espèce avait presque entièrement disparu de la région. Depuis quelques années cependant, une méthode d'élevage en suspension a été adoptée qui a permis une reprise de l'ostréiculture à partir de sujets de petite taille importés de France. Ces petites huîtres sont attachées à des cordes au moyen de ciment à prise rapide. Ces cordes sont ensuite suspendues à des radeaux ancrés au milieu des "rias" où elles restent immergées jusqu'à ce que les huîtres aient atteint la taille commerciale.

Dernièrement, une maladie de la glande digestive a été la cause de la mortalité de la presque totalité des huîtres de la région. Il existe heureusement dans la zone trois écloseries occupées à pro-

duire du naissain d'huîtres plates : On espère obtenir grâce à elles des exemplaires résistants à la maladie et qui pourraient servir de point de départ à une véritable ostréiculture indépendante des importations de naissain de l'étranger.

La plus importante production de la côte nord-atlantique en ce moment est obtenue de l'élevage des moules sur cordes. Je ne vais pas faire ici une description de cette méthode de culture qui est bien connue de tous. La production actuelle de moules de la région est d'environ 170 000 Tm. par an. Cette production représente le 50% de la production mondiale et pourrait être augmentée considérablement si la demande le justifiait.

Mais, il me faut signaler une répercussion défavorable de l'élevage des moules sur le milieu. Selon ANDREU (1973) chaque radeau de moules produit environ 100 Tm. par an de déchets qui s'accumulent sur le fond, et en changent les conditions écologiques.

Les fonds deviennent très réducteurs et les conditions sont très défavorables au développement des espèces benthiques.

Dans la région sud-atlantique espagnole la conchyliculture n'est guère développée. Mais, les possibilités, à mon avis, sont très intéressantes. A l'embouchure du fleuve Guadalquivir, on trouve le plus important gisement naturel de *Crassostrea angulata,* existant aujourd'hui. Cette espèce d'huître n'ayant pas de marché en Espagne, l'exploitation de ces bancs était orientée seulement vers l'exportation en France. Donc, l'évolution subie par l'ostréiculture de la région a été déterminée par les évènements de l'ostréiculture française.

Des ostréiculteurs venant de France et du Portugal, associés à des industriels espagnols, ont commencé dès 1960 l'exploitation intensive des huîtres de la région. Pendant quelques années, des huîtres d'un poids unitaire de 30 à 40 grs., ont été expédiées vers les parcs français pour y achever leur croissance.

En 1967, tous les gisements d'huîtres existant dans la zone des marées étaient épuisés. Seul l'important gisement naturel de l'embouchure du Guadalquivir pouvait encore fournir assez d'huîtres pour assurer les exportations. C'est alors que commencent à s'établir, dans la baie de Cadix où les huîtres poussent très vite et acquièrent d'excellentes conditions, de vrais parcs d'élevage. C'est le marché

français où la demande est très forte par suite de la mortalité importante des portugaises parquées qui va influer sur l'évolution de l'ostréiculture de cette zone. En effet, on ne veut plus recevoir en France de petites huîtres qui risquent de mourir sur parcs avant que d'atteindre la taille commerciale, mais plutôt des huîtres susceptibles d'être introduites aussitôt dans les circuits de distribution.

La presque totale disparition de l'huître portugaise en France et le succès de l'introduction dans ce pays de l'huître japonaise sont les évènements qui ont arrêté le possible développement de l'ostréiculture dans la région. Puis, une maladie a fait son apparition sur les gisements naturels d'huîtres du Guadalquivir où depuis 1973 se produisent des mortalités massives.

Nous avons étudié dès 1968 les possibilités d'élevages d'huîtres dans la région. Le rendement des collecteurs à l'embouchure du Guadalquivir est extraordinaire. La croissance sur les parcs de la baie de Cadix très rapide. Par ailleurs, il existe des étendues occupées par des marais salants désaffectés dans la région où, avec des modifications convenables, on pourrait affiner les huîtres. Nous avons fait des expériences et obtenu l'affinage et l'engraissement des huîtres ainsi que le verdissement des branchies par la "Navicule bleue" après un mois d'immersion. En même temps, nous procédions à des expériences de laboratoire avec une petite écloserie pour obtenir des exemplaires résistants à la maladie.

En ce moment, la plupart des parcs existants dans la région ont abandonné l'ostréiculture pour l'élevage de la palourde, qui atteint un prix très élevé. Ce qui fait que malgré la lente croissance de cette espèce, son élevage se révèle rentable. Le système employé est bien simple. Les pêcheurs vendent les petits exemplaires aux cultivateurs, lesquels les placent sur les parcs jusqu'à ce qu'ils aient complété leur croissance.

L'année dernière on a commencé à essayer la possibilité d'élevage de l'huître américaine et du "clam" *Mercenaria mercenaria* espèces toutes deux jouissant d'une bonne acceptation sur le marché espagnol.

Dans la région méditerranéenne, nous ne pouvons pas parler d'une conchyliculture, puisque la seule activité consiste à exploiter

des gisements naturels de plusieurs espèces de mollusques. Dans l'estuaire du fleuve Ebre l'élevage de l'huître plate a été essayé. La croissance est bonne, mais la mortalité pendant la période d'acclimatation est assez grande jusqu'à présent.

oooooooooo

BIBLIOGRAPHIE

ANDREU, 1973 - Perspectivas de la acuicultura marina en Espana. *Informes técnicos del Inst. Inv. Pesq. 9*, 1-47.

HALIOTIS Vol. 5 1975 (1976)

LANDINGS OF MARINE MOLLUSCS IN THE REPUBLIC OF IRELAND

by Craig Bruce KENSLER (1),(2)

SUMMARY

The Republic of Ireland's commercial landings of molluscs for a number of years are shown in three tables. Data are given for (1) annual quantities and values of each molluscan species or group landed, and (2) Ireland's landings in 1972 compared with other west European countries.

RESUME

STATISTIQUES SUR LA PRODUCTION DE MOLLUSQUES
EN REPUBLIQUE D'IRLANDE

Les récoltes de mollusques commercialisées en République Irlandaise depuis plusieurs années sont présentées en trois tableaux donnant les statistiques (1) des quantités et valeurs marchandes de chaque espèce ou groupe de mollusques récoltes, et (2) des récoltes de l'Irlande en 1972 comparées avec celles des autres pays d'Europe de l'ouest.

(1) University College Galway, Shellfish Research Laboratory, Carna, County Galway, Republic of Ireland.

(2) Present address :
United Nations Development Programme (Unesco),
Apartado Postal 6719,
Mexico 10, D.F.,Mexico

Three tables have been prepared to summarise the Republic of Ireland's marine mollusc landings. Table 1 shows the annual landings in metric tonnes during the period 1963-1972. Both the common name and the scientific name are given for each molluscan species or group cited. There has been a steady increase in total landings (weight) of molluscs in the past 10 years, i.e. from about 3 metric tonnes annually in 1963 and 1964 to about 9.3 metric tonnes annually in 1971 and 1972. Over the years mussels *(M. edulis)* and periwinkles *(L. littorea)* have accounted for the bulk of the landings annually.

The annual value of mollusc landings in £'s Sterling (exchange rate about 9 FF = £1 Sterling) during the period 1963-1974 is given in Table 2. The annual total value of landings has increased steadily from £96,000 in 1963 to £507,000 in 1974. During each year the periwinkle was the most valuable mollusc landed in Ireland, usually followed by the native oyster *(O. edulis)*. Table 3 was prepared to show the landings of molluscs (in metric tonnes) in western European countries in 1972, including the Republic of Ireland. When comparing the landings we can easily see which country had the largest harvest of each species or group in 1972. For example, Spain landed the most mussels in western Europe ; France the most oysters (*O. edulis* and *Crassostrea* sp) and escallops *(P. maximus)* ; England and Wales the most whelks *(B. undatum)* ; and Ireland the most periwinkles -- about 46 %.

TABLE 1 - REPUBLIC OF IRELAND : LANDINGS OF MOLLUSCS IN METRIC TONNES (YEARS 1963-1972)

COMMON AND SCIENTIFIC NAME	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
Whelk (Buccinum undatum)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Periwinkle (Littorina littorea)	1,825	1,695	1,695	2,297	2,013	2,299	2,072	1,629	1,872	2,175
Oyster, Flat (Ostrea edulis)	154	130	155	147	145	163	281	171	311	255
Oyster, Crassostrea (Crassostrea spp)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mussel (Mytilus edulis)	895	900	945	769	1,182	2,432	2,676	3,497	4,593	5,184
Escallop (Pecten maximus)	137	100	57	90	58	87	86	89	690	525
Queen Scallop (Chlamys opercularis)	-	-	-	-	-	-	-	1,370	1,092	333
Cockle (Cardium edule)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cuttlefish (Sepia officinalis)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Squids (Loligo spp)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Poulps (Octopus vulgaris)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Various Molluscs	161	140	122	186	191	401	232	1,812	1,429	223
Total Landings	3,172	2,965	2,974	3,489	3,589	5,382	5,347	8,568	9,987	8,695

Source : International Council for the Exploration of the Sea (ICES), BULLETIN STATISTIQUE

A blank entry thus - indicates zero, low or unrecorded landings.

TABLE 2 - REPUBLIC OF IRELAND : VALUE OF MOLLUSC LANDINGS IN £s STERLING (YEARS 1963-74)

COMMON NAME	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974
Welk	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Periwinkle	54,314	55,851	58,052	84,584	73,860	97,941	101,170	93,977	112,934	125,718	220,842	300,378
Oyster, Flat	22,455	26,558	31,084	29,871	29,852	34,103	75,802	51,205	74,835	59,325	103,260	81,283
Oyster, Crassostrea	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
Mussel	9,291	7,913	7,627	7,617	12,571	25,193	31,879	42,460	60,709	47,600	44,130	55,619
Escallop	8,992	9,015	5,342	9,584	7,808	11,317	10,[illegible]	14,620	111,001	79,628	30,659	50,471
Queen Scallop	-	-	-	-	-		-	69,987	53,724	30,509	-	-
Cockle	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cuttlefish	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Squids	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Poulps	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Various Molluscs	1,043	1,643	1,464	3,188	1,984	3,046	3,981	15,137	19,927	14,480	19,077	19,307
Total Value	96,095	100,980	103,569	134,844	126,075	171,600	223,783	287,386	433,130	357,260	417,968	507,058

Source : Department of Agriculture and Fisheries
Dublin

A blank entry thus - indicates zero, low or unrecorded production

TABLE 3 - LANDINGS OF MOLLUSCS IN WESTERN EUROPE IN 1972 (METRIC TONNES).

Source : BULLETIN STATISTIQUE (ICES), vol. 57, 1972

Common Name	Belgium	Denmark	France	Germany	Ire-land	Nether-lands	Nor-way	Spain	England & Wales	Northern Ireland	Scot-land	Totals °°
Whelk	546	-	-	-	-	1	-	-	2,392	-	-	2,939
Periwinkle	-	-	-	-	2,175	17	-	267	269	169	1,875	4,772
Oyster, Flat	-	-	14,773	-	255	953	-	1,969	168	-	5	18,127
Oyster, Crassostrea	-	-	52,991	-	-	-	-	4,404	43	-	-	57,438
Mussel	-	30,368	34,573	8,085	5,184	116,232	-	127,602	4,209	-	515	326,810
Escallop	-	-	17,638	-	525	-	-	242	2,650	[illegible]	6,187	34,599
Queen Scallop	-	-	-	-	333	-	-	-	-	584	-	1,385
Cockle	-	-	-	-	-	1	-	11,170	14,827	-	-	25,998
Cuttlefish	-	1	-	-	-	41	-	6,504	-	-	-	6,546
Squids	112	-	7,441	-	-	-	-	3,217	142	11	583	11,506
Poulps	-	-	-	-	-	-	-	14,950	-	-	-	14,950
Various Molluscs	°108	-	11,771	7	223	-	-	20,644	-	-	-	43,920
Country Totals	766	30,369	139,187	8,092	8,695	117,245	0	190,969	24,700	772	9,165	548,990

A blank entry thus - indicates zero, low or unrecorded landings

° Includes various Crustacea

°° Includes Faroe Is., Iceland, Portugal & Sweden

Additional Landings From :

Faroe Islands	Queen Scallop	=	468
Iceland	Escallop	=	7,349
Portugal	Various Molluscs	=	11,167
	Oyster, Flat	=	4
Sweden	Mussel		42

MOLLUSC CULTURE RESEARCH PROGRAMMES
IN THE REPUBLIC OF IRELAND

(PROGRAMME DE RECHERCHE SUR LA CONCHYLI-
CULTURE EN REPUBLIQUE IRLANDAISE)

by Craig Bruce KENSLER (1) (2)

RESUME

L'auteur expose le programme de recherche en conchyliculture actuellement en cours d'exécution en République d'Irlande. Ce pays, aux grandes ressources malacologiques, du fait de l'extrême découpage des côtes, est actuellement à peine exploité. Une écloserie modèle a été montee à Carna, sous l'impulsion de l'Université de Galway (Laboratoire de Zoologie - Univ.College). On y étudie la production des larves d'*Ostrea edulis* et le conditionnement des géniteurs.

Dans le Comté de Galway, le Gaeltarra Eireann (Furbo) développe un programme de recherche pratique sur la production des moules sur cordes (*Mytilus edulis*).

Enfin, le programme gouvernemental de la division des Pêcheries (Dublin) s'intéresse au développement de la coquille Saint-Jacques et il a été réalisé avec succès un essai de collecte de naissain. D'autres essais sont en cours et semblent prometteurs.

(1) University College Galway, Shellfish Research Laboratory, Carna, County Galway, Republic of Ireland.

(2) Present address : United Nations Development Programme (Unesco) Apartado Postal 6719, Mexico 10, D.F., Mexico

Before starting on the subject of my talk, it is necessary to clarify several points. Firstly, my comments today refer to the Republic of Ireland only and not to Northern Ireland as well, although there is some interesting culture work in progress there with oysters and mussels. Therefore any reference to "Ireland" in this paper means the Republic of Ireland, unless otherwise stated. Secondly, I would like to point out that the words "mariculture", "culture" or "conchyliculture" will be used interchangeably in this talk. However, these words (mariculture, etc...) may have a different meaning to a French oyster grower, for example, than to an Irish oyster biologist -- and it is this point of definition I wish to clarify now. Molluscan culture can be investigated or practised on several different levels depending on the aims of the work or activity. For example, molluscan culture or mariculture can be (a) academic, (b) experimental, (c) developmental, (d) pilot-scale, (e) commercial, etc... or a combination of several levels. Therefore, a scientist who cultures or rears a species of mollusc merely to identify and describe a stage in the life cycle is at the academic level of mariculture, whereas the traditional mussel farmer working in Galicia (Spain) is at the commercial level. Both of the examples just given are working in the field of mollusc culture but at different levels because the initial aims of their work are different.

In the Republic of Ireland, unlike most European maritime countries, there has been little tradition of commercial mollusc culture. Classical mollusc farming as practised in France and Spain, for example, does not exist here. To date, shellfish farming in Ireland has been restricted to (a) some relaying of oysters and mussels , (b) several small-scale oyster, clam and mussel cultivation experiments (c) laying of "cultch" for settlement of oyster spat ; and (d) attempts at predation control. There is thought to be potential for mariculture development in Ireland for selected groups of animals (MEANEY, 1973), especially several species of bivalve molluscs which lend themselves well to culture (KENSLER and HERRIOTT, 1974). However, this potential has yet to be realised. There has not been enough research and practical experience in the past to answer even the most basic questions regarding molluscan culture and potential in Ireland, e.g. (a) most suitable species, (b) reliable source of young or

"spat", (c)on growing methods, (d) growth and mortality, (e) nutritional requirements, (f) site selection, (g) inadequacies of existing laws (MINCHIN, 1974), (h) the very important question of "economics" (GIBSON, 1975), etc... Recently, however, Government, Semi-State, private, technical college and university groups have become more and more interested in investigating the possibilities and potential of mariculture in Ireland. This interest has resulted in (a) the funding and construction of Ireland's only specialised, running seawater research facility for molluscan mariculture work, (b) an expansion of research in basic and applied mollusc culture, and (c) a Semi-State grant scheme(limited as it is at present) to assist selected fish farming development projects and thereby stimulate investment in Irish mariculture (MEANEY, 1974).

The Republic of Ireland's present mollusc culture research activities are summarised below by individual organisation. I will start with the work of the Shellfish Research Laboratory at Carna, because I am more familiar with the specific aims, activities, projects and plans of our molluscan culture research than I am with the molluscan activities of other organisations in Ireland. Because of this familiarity I will naturally go into more detail with the work in progress at Carna than elsewhere.

1. Shellfish Research Laboratory,
   University College Galway,
   Carna, County Galway

The need for a specialised shellfish and mariculture research facility -- with running seawater -- was recognised several years ago and, consequently, the Department of Finance funded the construction and equipping of the Shellfish Research Laboratory (KENSLER, 1973). Although the laboratory is a part of the Zoology Department of University College Galway, it is located 80 km west of Galway in the small community of Carna. Since most of the molluscan mariculture work in Ireland is at present being undertaken at Carna, it would seem appropriate to briefly describe the facility now before discussing aspects of our work. The laboratory has been described elsewhere as follows :

"... The Shellfish Research Laboratory is a single-storey structure with a floor area of about 660 square metres and is designed and equipped mainly for experimental shellfish hatching, rearing and related biological investigations. The facility consists of two main areas : a small "dry" area and a larger "wet" area. In the dry area are located the library, a wood and metal workshop, several offices and store rooms, and a common room with a small kitchen attached. Seawater systems and all experimental work are confined to the wet area. Located here are four laboratories for biological studies, two hatcheries for production and/or holding of larvae and or juveniles of various shellfish species, a large mass algal culture laboratory with a smaller stock algal culture room attached, a walk-in cold room, and lastly there is a large multi-purpose tank area..." (KENSLER, 1974a).

a. Mollusc biology and culture research in the laboratory :

Work is underway at Carna on (i) conditioning, (ii) spawning, (iii) hatching, (iv) rearing, and (v) other biological studies with the native oyster (*Ostrea edulis*), the introduced Pacific oyster (*Crassostrea gigas*), the native clam (*Venerupis decussata*), and the escallop (*Pecten maximus*). Mass algal culture is undertaken routinely using semi-continuous and batch culture methods. The species we are culturing at present are the flagellates *Isochrysis galbana* , *Tetraselmis suecica* and *Monochrysis lutheri* , and the diatom *Chaetoceros calcitrans*.

b. Field investigations :

Oyster spat (*O. edulis and C.gigas*) and small clams (*V. decussata*) are being used in a number of on-growing field experiments at different sites to determine growth and mortality at various densities, exposure levels, and tidal levels. Some work is also being carried out on the development of inexpensive on-growing techniques suited to western Ireland. A joint field experiment was conducted with biologists from Carna and the Irish Sea Fisheries Board, Dublin, to investigate the growth of the Pacific oyster (*C.gigas*) at sites on the east, south and south-west coast during 1973 and 1974 (COOKE, BARRY and O'SULLIVAN, 1975).

c. Experimental oyster development project :

In October 1974, we started work on a three year research project at Carna to investigate experimental re-development of derelict (dis-used) oyster beds (KENSLER, 1974b). At the turn of the century as many as 50 oysters beds were being worked around the Irish coast, but now only four or five beds are fished. Ireland's harvest of oysters (*O.edulis*) over the years has declined from over 2 000 metric tonnes a year in the early 1900's, to only 255 tonnes in 1972, 407 tonnes in 1973, and 289 tonnes in 1974. The decline was due to a combination of factors, such as a number of severe winters, overfishing (mainly taking of small oysters), pollution, virus diseases from Europe in the 1920's, and consequent neglect of the once productive oyster beds, leading to fouling, silting, scarcity of clean cultch for settlement and thus failure of breeding stock to replenish itself adequately.

The oyster development project has been funded by the Irish National Science Council and the Gael-Linn organisation -- an Irish cultural organisation. Gael-Linn owns extensive and potentially valuable private oyster beds near Carna which are now virtually derelict. We have been given the use of these oyster beds by Gael-Linn for the duration of the experimental development project. The following main lines of work are being investigated during the three-year project :

(i) Environmental investigations -- monitoring of factors such as temperature, salinity, nitrates, phosphates, water movement, turbidity and dissolved gases ; also chlorophyll levels are being routinely monitored to determine productivity of inshore waters ; and some work will be carried out on the geology and topography of the bays where the oyster beds are located.

(ii) Resource assessment studies -- scuba-diving and vessel survey work to determine present limits and condition of the oyster beds ; seasonal larval sampling ; routine population and recruitment (settlement) investigations ; predator/competitor studies.

(iii) Development and experimental field work -- cleaning and/or re-claiming of overgrown beds ; experiments with different types

of cultch and spat collectors ; on- growing experiments using various methods (for example, mesh bags on trestles and direct layings on the bottom) to determine growth/survival/condition of oysters at different sites, using juveniles and adults of *O.edulis* as well as spat of *C. gigas* and *O. edulis*.

We hope that if even only a few aspects of the project show development potential they might help to revive the Gael-Linn oyster beds. Moreover, should a basic experimental development plan result from the work, it might just be used with suitable modifications to investigate re-development possibilities of some other dis-used oyster beds in Ireland.

2. Gaeltarra Eireann
   Furbo, County Galway

Gaeltarra Eireann is a Semi-State organisation dealing mainly with industrial development in the Irish-speaking regions of the country, i.e. mainly western areas. The organisation has only recently considered development possibilities of industries based on natural resources, including mariculture. To date, two molluscan projects have been funded by Gaeltarra Eireann -- both in 1975-- and are as follows :

a. Pilot scale mussel development project :
The aims of the 18-month project (which commenced in February 1975) are (i) to assess the potential of rope cultivation of mussels (*Mytilus edulis*) in various western regions, (ii) to locate at least one site where good quality commercial mussels can be produced within 18 months, and (iii) to achieve meat yields of 20-26% on average. The economic development aims of the project are (i) to compute the level of manning (labour) necessary for such mussel cultivation, and (ii) to calculate the full scale commercial costs on 1,000 metric tonnes production (which is considered the minimum capacity for processing).

The research and development field programme undertaken to date includes (i) Assessment of off-bottom cultivation techniques for mussels in other countries. Assessment of conditions in

selected western sites and of availability and cost of materials in Ireland. Then, selection of the most suitable techniques and adaptation of them to Irish conditions. (ii) Design and preparation of "seed" mussel collecting rigs and sea trials with them. At present the collecting rigs are wooden beams with floats at each end, each beam carrying 10 ropes five metres in length, and moored in series of five. Six series are presently moored in Killary Harbour, a long sea inlet about 50 km north of Carna, giving about 1,500 metres of collecting rope. Heavy settlement of mussel "seed" on the ropes started in May. A target of about four tonnes of 15-20 mm seed is being aimed for by September 1975. (iii) Trials of various types of collecting materials -- polypropylene ropes of various diameters (smooth and roughened), coir rope, hemp rope, various combinations of polypropylene and coir rope, netting, etc... (iv) Monitoring of spatfall (seed) on collecting rigs in Killary Harbour and on spat-sampling ropes in other western sites. Estimation of comparative densities in different depths and in each month through the summer of 1975. (v) Design, construction and testing of various types of on-growing rigs with a production capacity of about one tonne, e.g; steel tubing frames supported by large buoys or by "styrofoam" filled barrels or blocks oof "styrofoam" ; also seven metre long cuboid floats of polystyrene enclosed in tubular polypropylene sacking.

Looking to the immediate future of this exciting project, in September 1975 seeded ropes will be transferred to on-growing rigs in several western areas. Trials will then take place on various thinning methods, e.g. use of BØHLE mesh bags to take thinned-off mussels, or horizontal Permac mesh tubing hung in a net, or binding of mussels on to fresh growing ropes with netting. Some work will be undertaken on differential thinning to assess optimum densities for commercial production. Other lines of development work are planned for the future but I cannot comment on them now because they depend on the success of the work already in progress. Most of the above information on the pilot scale mussel cultivation project was kindly given to me by Mr.Niall HERRIOTT, the marine biologist in charge of the project.

b. Oyster development project :

This large and potentially very important Gaeltarra Eireann project commenced in May 1975, and therefore I cannot discuss much more at this early stage than the general plans. A team of four biologists and five technical people have been recruited by the Zoology Department of University College Galway, to work on the project. The team are to be based at Carna and will make use of some of the specialised larval rearing and algal culture facilities of the Shellfish Research Laboratory. A small building is being built at Carna to provide additional office, laboratory, storage and work space for the oyster development project team. To ensure a sound bionomic basis for the project, it will be a phased programme extending over a number of years, each phase depending on the satisfactory completion of the preceding phase.

The general object of the project basically is to investigate the possibility of developing viable oyster fisheries, on selected parts of the Irish coast, using artifically (i.e. laboratory) produced spat and on-growing techniques and structures suited to Irish conditions. Therefore, it is hoped that in time, some coastal areas may have some form of oyster development where no traditional oyster fishery existed before.

The specific objectives of the project are as follows :

(i) Laboratory -- (a) to develop routine commercially feasible techniques in the conditioning, spawning, rearing and holding of oysters (*O.edulis* and *C. gigas*), and (b) in association with the oyster "rearing" work to undertake an equivalent development in mass algal culture, using the same species as does the Shellfish Research Laboratory.

(ii) Field -- (a) to develop economical techniques and viable structures for on-growing oysters under various conditions (e.g. rafts, buoys, moorings, bottom trays, trestles, etc...) and for servicing of such on-growing structures. (b) two hundred thousand oyster spat (equal numbers of both species) will be used in the above field work to get the project underway during the Summer,

and (c) to train an efficient field team to operate the above mentioned technologies in varied field conditions at several selected localities.

(iii) Survey work -- (a) field investigations will be carried out along the western seaboard to identify promising sites for possible further on-growing development based on the use of artifically reared oyster spat.

3. Fisheries Division
Department of Agriculture & Fisheries
3 Cathal Brugha Street
Dublin.

Fisheries Division is the Irish Government department dealing with marine fishery research. Much of the past mollusc culture work in Ireland was a result of the work of Fisheries Division ; for example, clams (GIBSON and DUGGAN, 1970 and 1973), mussels (CROWLEY, 1972), oysters (DUGGAN, 1969). The general results of these past studies have been discussed by GIBSON (1975). At present, Fisheries Division has two mollusc culture projects, which are as follows :

a. Escallop field project :

Early in 1975 the Fisheries Division prepared a press release dealing with the proposed escallop (*Pecten maximus*) field project. Because much of my information is taken from that press release, I wish to acknowledge it.

The plan of the field project was to conduct a pilot scheme to examine the feasibility of increasing escallop production using artificial techniques. White shelled (albino) adult escallops would be used to monitor the success of the study.
Early in 1975, 2,000 white shelled adults were collected from south-western areas and were stored in a sub-tidal pen within Lough Hyne (or Ine), County Cork ; a protected glacial sea lake. A temporary "wet" laboratory was set up on a small island in Lough Hyne in April and for about six weeks it was used for spawning and rearing studies. Several million escallop larvae were spawned at 22-23°C and were then reared for about two days in floating pools in Lough Hyne, before

being released into the Lough. Under natural conditions young escallops remain in the water column for over a month before attachment. In mid-May collector bags containing filamentous material were placed in the Lough to attempt to collect some of the settling escallops and these bags will be lifted in October. The success of the experiment will be determined by the number of white escallops which settle on the artificial collectors and on other suitable material on the bottom of Lough Hyne. Hence, the idea behind the project is to use albino *P.maximus* as a genetic tag to evaluate the potential of rearing escallops by the above method in Lough Hyne, or similar protected sea enclosures. During the course of the experiments some hydrographic and some plankton samples were taken with a view to ascertaining the changes in the chemical, biological and physical conditions in Lough Hyne over the period of work, April-October 1975.

b. Experimental collection of natural oyster spatfall :

During each summer since 1965, personnel from Fisheries Division have conducted investigations into the Tralee Bay, County Kerry, oyster beds and fishery (*O. edulis*). I have been informed (GIBSON, personal communication) that these routine annual investigations will end after this year's work and so I will not go into much detail now regarding present work. The investigations in Tralee Bay were discussed in detail by DUGGAN in 1969, who outlined the work as follows"... Investigations... into the Tralee Bay oyster beds first commenced in a small way in 1965. Since then, especially during the summer of 1968, a more intensive programme has been carried out involving the collection of spat (oyster young) and plankton samples, the study of currents and temperatures in relation to spat-fall (settlement) and, finally, test trials on various types of spat collectors"... Duggan's work also included experimental re-laying of naturally collected one-year old oysters on the rich fattening grounds in Tralee Bay.

4. Atlantic Shellfish Limited
   Rossmore, Carrigtwohill
   County Cork

Several years ago Atlantic Shellfish Limited was started

as a private commercial oyster company (*O.edulis*). Young oysters were purchased for on-growing and/or fattening on the extremely rich Rossmore grounds (where a traditional oyster fishery once existed). Later, hatchery produced spat (*O.edulis* and *C.gigas*) were purchased and some interesting and very encouraging rimental on-growing work started. However, I do not wish to discuss that particular work but rather to report briefly on another exciting line of culture research being investigated by Atlantic Shellfish Limited.

a. Man-made outdoor ponds :

Research has been underway now at Rossmore for several years on commercial possibilities of using man-made outdoor ponds for rearing of oyster larvae (*O.edulis*). Recently, WALNE (1974) reviewed much of the past work on outdoor tank (pond) experiments and so I need not go into the aims and theory of such work. I wish to merely point out now that two outdoor ponds have been made by Atlantic Shellfish Limited to investigate commercial spat production possibilities. One pond is at Rossmore and is approximately 3,000 m^3 in capacity ; the other pond (newly constructed) is at Bannow, County Wexford, and is approximately 6 000 m^3 in capacity.

5. Irish Sea Fisheries Board (BIM)
   Fisheries Development Division
   Hume House, Ballsbridge
   Dublin 4

The Irish Sea Fisheries Board (Bord Iascaigh Mhara) is a Semi-State organisation dealing with the development of Irish sea fisheries. Elsewhere in this talk I have mentioned some aspects of the Board's work in the development of mariculture (for example, COOKE, BARRY and O'SULLIVAN, 1975 ; MEANEY, 1974), and I could go on to cite other examples. At present the Irish Sea Fisheries Board is involved in one major molluscan culture project.

a. Experimental relaying of under-sized mussels :

Investigations on seed mussel (*M.edulis*) beds in the Irish Sea started in 1969 (MEANEY and LEE, 1974), and led to the

discovery in 1973 of two beds with commercial potential off the County Wicklow coast. The potential was that these two beds had large quantities of mussel seed suitable for transplanting, i.e. 800 tonnes of seed were transferred from the beds to Wexford Harbour for experimental re-laying. The mussel seed averaged 45 mm in length before transferring and increased to 58 mm in length over nine months (legal size for marketing is 50 mm). During this same period the meat yield increased from 16,5 % to 30 %. A the conclusion of the experiment the mussels wer harvested and marketed. Because of the success of the experimental mussel cultivation project the Irish Sea Fisheries Board is to repeat, and possibly expand, this development work in June 1975.

ooooooo

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

COOKE, R.W.T., BARRY, M.D. and O'SULLIVAN, B.W., 1975 - Growth of the Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) at sites on the east, south and west coast of Ireland during 1973 & 1974. *Irish Sea Fisheries Board, Resource Record Paper, 10 p.*

CROWLEY, M., 1972 - Shellfish survey of estuaries and bays of west Cork. Dept. Ag. and Fish. Dublin, *Fishery Leaflet No. 44, 7 p.*

DUGGAN, C.B., 1969 - Tralee Bay oyster investigations (1965-1968) *Dept. Ag. and Fish. Dublin, Fishery Leaflet No.10, 4 p.*

GIBSON, F.A., 1975 - A future for mariculture in Ireland. *Technology Ireland, vol.7 (2), p. 7-10.*

GIBSON, F.A. and DUGGAN, C.B., 1970 - Experiments with the American hard-shelled clam (*Mercenaria mercenaria*) 1969. *Dept.Ag. and Fish. Dublin, Fishery Leaflet N° 24, 6 p.*

GIBSON, F.A. and DUGGAN, C.B., 1973 - American hard-shelled clam experiments in Irish waters. *Dept. Ag. and Fish. Dublin Fishery Leaflet N° 49, 6 p.*

KENSLER, C.B., 1973 - Irish laboratory will study marine farming of shellfish. *Fish Farming International, vol.1, p.55.*

KENSLER,C.B., 1974 a - Report on the Shellfish Research Laboratory western Ireland, and fishery development possibilities, in : *Proceedings of the Fifth Shellfish Conference of the Shellfish Association of Great Britain, London. May 1974, p. 50-58.*

KENSLER, C.B., 1974 b - Oyster growing project in western Ireland. *Fish Farming International, vol.3, p.115 & 117.*

KENSLER, C.B. and HERRIOTT, N.J., 1974 - Research into Irish shellfish farming. *Fish Farming International, vol.2,p.91-94.*

MEANEY, R.A., 1973 - Development prospects for fish farming in Ireland. *Fish Farming International, vol.1, p.52-54.*

MEANEY, R.A., 1974 - Development incentives in Ireland. in : *Fish Farming in Europe Conference Report, London. December 1974, p.91-93.*

MEANEY, R.A. and LEE, T., 1974 - Investigations on seed mussel beds in the Irish Sea 1969-1974. *Irish Sea Fisheries Board, Resource Record Paper N°29, 43 p.*

MINCHIN, D., 1974 - Mariculture and Irish law. *Technology Ireland, vol.6 (4), p. 36-37.*

WALNE, P.R., 1974 : Culture of Bivalve Molluscs. *Fishing News (Books) Limited, England, 173 p.*

T H E M E VII

AMENAGEMENT du LITTORAL

HALIOTIS Vol. 5 1975 (1976)

AMENAGEMENT DE LA LAGUNE DU BRUSC (Côte varoise méditerranéenne) POUR L'AQUACULTURE

par Pierre ESCOUBET, Yvan MARTIN et Nardo VICENTE (1)

RESUME

La lagune du Brusc, au Nord- Ouest de Toulon, sur la côte Varoise, est une zone favorable pour l'Aquaculture. La présence de marais salants désaffectés situés en bordure de cette Lagune sur l'Ile des Embiez constituent des surfaces pouvant être aménagées très aisément en bassins pour l'étude expérimentale d'Ecosystèmes artificiels.

La présence d'une pelouse de Phanérogames marines (*Cymodocea nodosa)* sur les sédiments meubles de la Lagune et la faible profondeur de ce milieu alimenté en eau du large par des passes étroites assurent une production primaire importante. La richesse des eaux en algues monocellulaires favorise le développement d'espèces de Bivalves dans le milieu naturel *(Cerastoderma glaucum, Venerupis decussata, Loripes lacteus*, etc...) et permet l'installation en bassins contrôlés d'une chaine trophique à deux niveaux (algues phytoplanctoniques - Bivalves filtreurs).

Des essais sont actuellement en cours dans un bassin expérimental alimenté à partir des eaux de la Lagune et portent sur une population de *Cerastoderma glaucum* ; par la suite, d'autres espèces de Bivalves seront testées et acclimatées dans divers bassins creusés dans les salines.

(1) Laboratoire de Biologie Marine - Faculté des Sciences et Techniques de Saint-Jérôme - 13013 - MARSEILLE
et Observatoire de la Mer - Ile des Embiez (Var).

SUMMARY

MANAGEMENT OF THE BRUSC LAGOON (FRENCH MEDITERRANEAN COAST)

The Brusc Lagoon situated in the NW of Toulon (Frech Mediterranean Coast), is a favourable country for Aquaculture.

There are another purposed salternes bordering on the Lagoon and in the Embiez Islands. These salternes constitute areas that can be converted in tanks for experimental studies of artificial Ecosystems. On the loose ground sediments of the lagoon, growes a marine Phanerogamic lawn *(Cymodocea nodosa)* and the low depth of this medium supplied by water entrances make an important primary production.

The wealth of the water with monocellular algaes promote growth of many Lamellibranchs species in the natural medium *(Cerastoderma glaucum, Venerupis decussata, Loripes lacteus,* etc...) and entitle to establish, in supervised tanks, a trophic chain on two levels (phytoplanctonic algaes - filterer Lamellibranchs).

Tests now are undertaken in experimental tank, and the experiments are brought off with regard to a population of *Cerastoderma glaucum ;* afterwards, other Lamellibranch species shall be tested and acclimatized in several tanks diged in the salterns.

ooo

INTRODUCTION.

De tous temps, les étangs littoraux et les lagunes ont constitué des lieux propices à la mise en place de stations de Conchyliculture (Ostréiculture, Mytiliculture) et de Pisciculture en France, notamment sur les côtes de la Manche et de l'Atlantique, et en Méditerranée surtout sur la côte Languedocienne (Etang de Thau, Camargue, Etang de Berre) de nombreux étangs étaient exploités pour le sel (salins du Midi : salins de Giraud près du Rhône, salins d'Hyères, salins des Embiez).

La Méditerranée mer fermée ne présentant pas de marées sensibles sauf en certains endroits comme la Lagune du Brusc (30 cm de marée) reçoit les eaux de ces étangs, mais n'y pénètre presque jamais.

Lors des tempêtes hivernales, elle obstrue, ferme ou comble les graus de communication et les étangs reçoivent de grandes quantités d'eau douce par les ruisseaux ou torrents ainsi que par les pluies.

En été, l'évaporation agit activement, le niveau s'abaisse ce qui a pour effet d'augmenter considérablement la salinité.

A l'heure où l'homme est à la recherche de nouvelles sources de protéines, il est indispensable de sauver, de protéger et d'exploiter au mieux les quelques étendues d'eaux encore récupérables sur notre littoral méditerranéen et pas seulement sur la côté languedocienne et la côte orientale Corse où se portent les premiers efforts des aquaculteurs, mais aussi sur la côte varoise ou de Sanary à Saint-Tropez de nombreux étangs sont favorables à de telles actions d'Aquaculture. La lagune du Brusc et les salins des Embiez sont de ceux-là.

I - SITUATION DE LA LAGUNE DU BRUSC ET DES EMBIEZ.

La lagune du Brusc est située au Nord-Ouest de Toulon, au Sud du petit port de pêche du Brusc. Elle est limitée à l'Est par le massif montagneux du cap Sicié, et elle est bien protégée au Sud et à l'Ouest par l'archipel des Embiez formé d'écueils, d'îlots et d'îles (Carte).

Cet archipel protège la baie du Brusc des tempêtes du Sud, mais par contre elle est largement ouverte vers le Nord et ainsi soumise aux effets du mistral qui sont plus limités dans la lagune proprement dite.

Au cours de la dernière glaciation würmienne une régression marine s'est manifestée entraînant le rattachement de l'île des Embiez au continent. La transgression flandrienne qui a résulté d'un réchauffement post-würmien a entraîné la formation de la baie du Brusc.

Le fond de la baie a été le siège d'une sédimentation par des éboulis argileux intercallés de dunes et de limons éoliens. Il s'est établi ainsi un haut fond alimenté en eaux du large par deux passes principales : l'une située au S.E. entre le continent et l'île du Petit Gaou, l'autre au S.W. entre l'île du Grand Gaou et les Embiez.

Une troisième plus réduite est percée entre le Petit et le Grand Gaou. Ces hauts fonds ont été favorables au développement d'herbiers de Phanérogames marins (Zostères, Cymodocées, Posidonies).

A l'heure actuelle la sédimentation se poursuit à l'intérieur de la baie avec un enrichissement en matière organique. La passe S.E. a été fermée en 1956 par les services des Ponts et Chaussées. Cet aménagement a eu pour effet le comblement progressif de la partie S.E. de la lagune qui n'est plus alimentée en eau du large par vent d'Est. La première conséquence a été la disparition d'un herbier de *Zostera nana* situé à ce niveau avec la faune qui y vivait. A l'heure actuelle, une action entreprise pour la réouverture de cette passe est sur le point d'aboutir.

Les salines des Embiez mises à la disposition de l'Observatoire de la mer occupent une superficie de 4 ha environ et sont séparées de la lagune par un cordon littoral construit en 1068. Les bassins étant légèrement au-dessous du niveau de la lagune.

L'étude courantologique montre que, le régime des vents (Mistral ou vent d'Est) peut varier, les courants vont toujours dans le même sens (carte).

Deux courants principaux superficiels pénètrent par le Sud :

- le premier entre les Embiez et le Grand Gaou (35m/mm au niveau de la passe par Mistral et 4 m/mm par léger vent d'Est).
- le second entre le Grand Gaou et le Petit Gaou (10 m/mm au niveau de la passe par Mistral et 3 m/mm par léger vent d'Est).

Deux courants de fond sortent par les mêmes passes.

Au Nord de la lagune, une partie des frondes de Posidonies souvent émergées favorisent le filtrage des sédiments, le freinage des courants de surface et leur déviation, ainsi que l'amortissement de la houle, ce qui fait de la lagune un plan d'eau peu profond (0,50 à 1 m) et calme, favorable à l'établissement d'une pelouse de Cymodocées dont nous avons souligné par ailleurs l'importance écologique (N. VICENTE, 1973).

Ces courants favorisent la circulation des sédiments les plus fins et le renouvellement des eaux qui assurent le bon déroulement de

la photosynthèse des phanérogames. Celle-ci fournit un taux d'oxygène dissous utilisé par la faune très riche inféodée à l'herbier de Cymodocées.

L'affleurement de l'extrêmité des feuilles vivantes de l'herbier de Posidonies se produit plus ou moins parallèlement à la ligne de rivage et à une certaine distance de celle-ci, si bien qu'il se constitue une sorte de récif-barrière qui délimite une zone de décantation appelée par R. MOLINIER et J. PICARD "formation lagunaire" à cause du calme persistant des eaux.

Sur le front externe du "récif barrière" l'apport sédimentaire se poursuit et peu à peu ce front se déplace vers le large à cause de la surélévation progressive de la "matte" en avant (fig. 1).

II - ETAT ACTUEL DES SALINES ET RAPPORTS AVEC LA LAGUNE.- LES CONDITIONS DU MILIEU.

1/ Etat actuel.-

Depuis 1969, date ou la C.G.T. arrêta ses expériences de grossissements de crevettes, sur l'île, les salines sont totalement à l'abandon et le milieu est quasi abiotique. L'eau des bassins stagne, et durant la période estivale ils sont presque asséchés en totalité. Ensuite à la période automnale ils sont réalimentés par les eaux de pluie. Les brusques variations des conditions du milieu provoquent des phénomènes d'eau rouge. Les eaux de la lagune pénètrent aussi par d'anciennes vannes aujourd'hui désaffectées et par infiltrations si bien qu'au cours de l'année le plan d'eau subit de grandes variations de salinité (de 35 à 65 ‰). Le sédiment des bassins est occupé par une trentaine de centimètres de vase réduite nauséabonde riche en bactéries sulfatoréductrices. Le fond des salines est constitué par un feutrage de Rhizomes de Cymodocées et de Posidonies.

Le sédiment renferme de nombreux tests de mollusques qui vivent actuellement dans la lagune (Divers Bivalves, Gastéropodes, etc...).

2/ Aperçu physico chimique.-

a/ Les sédiments de la lagune sur lesquels croissent les herbiers de Cymodocées, de Zostères et de Posidonies ont donné lieu à

des études physico-chimiques (F. DEGUEN et R. MOLINIER, 1961) concernant les fractions minérales et organiques grossières et colloïdales dans les 35 premiers centimètres du sol marin qui sont les plus importants comme le démontre l'étude microbiologique.

Ces analyses concernent la teneur en terre fine et en eau, la teneur en calcaire, en sable silicieux, en argile, en matières organiques, en humus, de même que certains facteurs chimiques comme le PH, le chlore, le sodium, le potassium et l'azote.

b/ Oxygénation du milieu.

Le taux en oxygène dissous est directement influencé par les variations de température dans le plan d'eau de la Lagune du Brusc (PELLEGRINI, L. et PELLEGRINI, M., 1970).

Le rôle des facteurs biotiques apparaît toutefois prépondérant pour nuancer les variations du phénomène étudié.

Les variations journalières diurnes du taux d'oxygène dissous des eaux lagunaires sont particulièrement importantes pendant la période estivale. Plusieurs cycles de mesures nocturnes ont montré les variations corrélatives du même phénomène. Pendant la saison chaude, l'activité bactérienne est accentuée ce qui se traduit par une baisse brutale du taux en oxygène dissous.

D'autre part, une régulation est assurée par la vie végétale et permet un balancement équilibré entre les phénomènes photosynthétiques et les exigences respiratoires des organismes vivants.

3/ Importance du cycle bactérien.-

Dans cette cuvette abritée qu'est la baie du Brusc, abondent les bactéries et, en particulier, celles qui interviennent dans le cycle du soufre et en particulier les Thiobacilles. Ce cycle du soufre dans la lagune du Brusc est très important sur les plans biologique et géologique. Il est caractérisé par une phase d'organisation correspondant à l'utilisation à des fins de synthèse par les organismes vivants de la forme principale su soufre représentée par les sulfates, et une phase de minéralisation qui aboutit soit à des formes réduites, soit à des formes oxydées de soufre minéral. Le métabolisme microbien produit le soufre réduit sous forme de H_2S par deux moyens : par décomposition des matières organiques soufrées ou par réduction du

soufre minéral.

En résumé, il existe dans l'herbier de Cymodocées des interrelations entre les Bactéries sulfato-réductrices très abondantes, les bactéries minéralisent le soufre organique et les bactéries chimiolithotrophes oxydant les composés réduits du soufre (Thiobacilles). La dégradation du matériel organique d'origine végétale et animale est très importante dans ces sédiments notamment la minéralisation des protéines soufrées. Les bactéries minéralisant les matières organiques créent des conditions d'environnement favorables au développement des bactéries du cycle du soufre.

4/ Classement du milieu :

Selon la terminologie utilisée par P. MARS (1961), la lagune est une étendue d'eau *oligopolyhaline* & *polysaumâtre*. Cette terminologie est dérivée de celle d'AGUESSE (1957) pour la Camargue. Il classait les eaux en tenant compte :

a - de catégories basées sur des moyennes de salinité.
b - de types basés sur l'allure des variations.

a/ Catégories :

- eau oligosaumâtre : salinité moyenne entre 0,5 et 5 %.
- eau saumâtre : de 5 à 16 %.
- eau polysaumâtre : de 16 à 40 %.
- eau salée : plus de 40 %.

b/ Types :

- oligopoïkilohalin : maximum et minumum dans la même salinité moyenne.
- mesopoïkilohalin : maximum et minimum dans deux catégories adjacentes.
  - positif quand le maximum sort de la catégorie.
  - négatif quand c'est le minimum.

- <u>polypoïkilohalin</u> : maximum situé deux catégories au dessus du minimum.

  . positif si le maximum est au dessus de la catégorie moyenne.
  . négatif si c'est le minimum.
  . positif/négatif quand maximum et minimum sont de part et d'autre de la catégorie de la moyenne.

- <u>subpoïkilohalin</u> : dans le cas particulier ou l'influence stabilisante de l'homme est directe, rizières et marais salants alimentés par pompage par exemple comme ce sera le cas des bassins des Embiez.

III - AMENAGEMENT.

L'aménagement de surfaces pour l'Aquaculture doit tenir compte des facteurs précédemment étudiés et des variations de ces facteurs.

Dans un premier temps ce sont des bassins réservés à la Conchyliculture qui seront installés dans les salines les plus proches de la lagune afin de pouvoir être alimentés en eau propre provenant du Goulet du Grand Gaou. Les eaux canalisées alimenteront des bassins de 1/10 ha en moyenne et seront rejetées dans la zone Nord de cette lagune dans le sens des courants qui entraîneront les eaux vers la sortie de la Lagune au Nord du Brusc.

Le principal objectif est de réaliser en bassins de dimensions importantes une production primaire contrôlée. Le contrôle des écosystèmes artificiels porte actuellement sur les principaux paramètres physico-chimiques (température, éclairement, salinité, quantité de sels nutritifs). A partir de la production primaire comme source énergétique une chaine trophique à deux niveaux pourra être réalisée : algues phytoplanctoniques - Bivalves filtreurs.

Jusqu'à présent les espèces choisies pour ces expériences d'Aquaculture sont des Bivalves qui vivent naturellement dans le sédiment de la Lagune voisine comme *Cerastoderma glaucum* ou *Venerupis decussata*.

Durant la période sèche (Août 1974) un premier bassin a été aménagé par creusement manuel. Ce bassin occupe une surface de 80 m^2.

Alimenté en eau propre à partir de la Lagune grâce à une motopompe, il peut contenir 40 m^3 environ.

Il a été séparé du reste des salines par des levées de terre constituées par la vase et le sédiment prélevés au fond jusqu'au feutrage de rhizomes et qui forment des parois compactes et étanches.

Sans aucune amélioration particulière du sédiment après une période de repos d'une semaine le bassin expérimental a reçu une population de 2 000 *Cerastoderma glaucum* disposés par classes de taille :

- soit directement sur le sédiment.
- soit dans des clayettes de plastique à fond perforé et disposés sur deux niveaux.

. une première clayette à 5 cm du fond.

. une seconde au dessus de la première près de la surface recouverte par une couche d'eau moyenne de 5 cm également.

Une étude régulière des paramètres du milieu et de l'alimentation de cette population, et de la croissance des individus est actuellement poursuivie. Le bassin est alimenté en eau propre par la motopompe de semaine en semaine ou tous les 15 jours et il subit ainsi des variations de salinité, de température et d'oxygénation en relation avec les conditions météorologiques.

Après huit mois d'existence, les bivalves se sont bien adaptés et sans aucun apport autre que l'eau de la lagune qui leur fournit la nourriture, ils ont survécu et même grossi. La mortalité est assez réduite (de l'ordre de 40 % au bout de huit mois). Cette mortalité est plus importante chez les individus du sédiment que ceux disposés dans les clayettes. L'une des causes pourrait être le colmatage des branchies et des filtres par les particules très fines entraînées des parois par les eaux de ruissellements. Et là aussi, ce sont ceux qui se trouvent près de la surface qui sont les plus prospères sans doute à cause de la quantité plus importante de nourriture phytoplanctonique.

A l'étage inférieur, il est vrai aussi que les animaux reçoivent les fèces et les pseudofèces de ceux du dessus et cela doit les perturber dans leur développement.

Il faut signaler une stabilisation certaine du fond du bassin puisque de jeunes pousses de Zostères *(Zostera nana)* sont en train de

s'installer et de croître normalement. L'apport d'Annelides détritivores dans le sédiment complète cet écosystème.

Un petit laboratoire situé en bordure de la lagune et des salins a reçu des appareils de mesure qui permettent des contrôles permanents des paramètres physico-chimiques dans la lagune et dans les bassins.

De plus, deux bassins en béton de 90 m^3 de capacité, chacun recevront les eaux épurées des installations de l'île qui pourront être ainsi utilisées pour enrichir les populations naturelles de phytoplancton.

La salinité des bassins pourra subir des variations par des apports d'eau douce provenant d'une prise voisine.

Il sera possible ainsi de réaliser des conditions expérimentales précises pouvant varier d'un bassin à l'autre et de trouver les conditions optimales pour l'élevage et le grossissement des bivalves en bassins contrôlés.

L'engraissement du milieu en substances minérales phosphates et nitrates est également envisagé et fait l'objet d'essais au laboratoire dans des bacs de surface réduite.

Par ailleurs, l'oxygénation de ces bassins de faible profondeur ne posera pas de problème particulier car l'agitation y est constante étant donné la permanence des vents quel que soit leur régime.

Bien que les variations d'amplitude thermique soient accusées, les températures dans la période la plus chaude ne dépassent jamais 27-28° dans la lagune et dans le bassin expérimental. L'hiver, les eaux sont assez froides et la température descend à 9 - 10°. C'est toutefois ce facteur température qu'il conviendra de surveiller de très près dans les bassins d'élevage. Si les variations thermiques ne sont d'aucune conséquence pour une espèce eurytherme comme *Cerastoderma glaucum* par contre elles peuvent être fatales aux huîtres *(Ostrea edulis)*.

Dans cet ordre d'idée l'hydrodynamisme a un grand rôle à jouer car les courants pénétrant par les passes apportent les eaux fraîches du large où les profondeurs atteignent rapidement 1.500 m.

Il est donc important de rouvrir la passe S.E. pour permettre l'entrée des eaux à ce niveau et rétablir les courants qui existaient avant 1956.

Cette réouverture qui est envisagée par les Ponts et Chaussées aura pour effet d'arrêter le comblement de la lagune et de renouveler les eaux dans un secteur où les nuisances se font particulièrement sentir.

Il est important de veiller au contrôle de toute forme de pollution et, pour sauver ce plan d'eau, les divers égoûts qui s'y jetaient ont été détournés depuis Juin 1974 vers le large.

Enfin, pour préserver ce milieu écologique incomparable une demande de classement en réserve naturelle a été effectuée auprès du Ministère de la Qualité de la Vie (VICENTE, N., 1975).

IV - AVENIR DE L'AQUACULTURE AUX EMBIEZ.

S'il est vraisemblable qu'en Méditerranée dans un premier temps ce sont les étangs côtiers du Languedoc-Roussillon, du delta du Rhône et de la côte orientale de la Corse qui seront les premiers sites exploités au plan économique, il n'en demeure pas moins que la région du Brusc avec sa lagune et ses salins constituent un des rares points du littoral Provence Côte d'Azur favorable à des actions d'Aquaculture expérimentale.

Depuis deux ans déjà les chercheurs de l'Observatoire de la Mer ont entrepris des travaux de conchyliculture expérimentale sur des coquillages comestibles qui vivent dans le milieu naturel et en particulier dans la lagune du Brusc et les étangs voisins de la presqu'île de Giens. Ces travaux entrent dans l'optique du programme Ecotron lancé par le CNEXO et vont se poursuivre dans les bassins d'élevage aménagés dans les salins (1).

Ces travaux à échelle moyenne seront complémentaires de l'étude du développement larvaire poursuivie au laboratoire et qui a donné déjà d'excellents résultats devant conduire à l'installation d'une écloserie sur l'Ile des Embiez. (fig. n° 2).

En conclusion, nous pouvons dire que les marais salants des Embiez en bordure de la lagune du Brusc, milieu écologique parfaitement

(1) Ces travaux vont être poursuivis avec l'aide financière du CNEXO (contrat n° 75/5139).

équilibré constituent des surfaces de choix pour l'Aquaculture.

Il convient de préserver toutes les étendues d'eau de ce type sur le littoral français et il serait abusif de ne voir dans les marais que des zones récréatives, aussi nécessaire que soit la préservation des espaces de loisir pour les générations futures.

Les étangs et les marais salants ont un rôle biologique important à jouer. La productivité primaire à la base de la chaîne alimentaire est pour la plupart d'entre eux (estuaires et marais côtiers surtout) bien supérieure à celle des autres milieux.

Le but des travaux de l'Observatoire de la Mer est de créer dans des milieux présentant des conditions biologiques favorables des écosystèmes équilibrés utilisant au mieux tous les niveaux du cycle de la matière en contrôlant les divers paramètres du milieu : salinité, teneur en oxygène et autres gaz dissous, le pH, les matières minérales autres que les nitrates et les phosphates et également des matières organiques.

L'île des Embiez et la lagune du Brusc représentent un lieu favorable à ces expériences par la présence d'un Laboratoire qui accueille des chercheurs de l'Université et d'un site propice aux essais sur le terrain (marais salants désaffectés). Une cellule d'élevage de Mollusques est ainsi en train de se créer qui s'efforce de préserver le milieu naturel de toute forme de pollution. La lutte contre ce fléau dont est responsable la technicité humaine doit être poursuivie sans relâche, c'est un préalable nécessaire au succès de l'Aquaculture sur tout notre littoral et plus particulièrement dans la région du Brusc.

oooo

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AGUESSE, P., 1957 - La classification des eaux poïkilohalines, sa difficulté en Camargue. Nouvelle tentative de classification. *Vie et Milieu, 8 (4)*, 341-365.

DEGUEN, F. et MOLINIER, R., 1961 - Etudes écologiques et biocénotiques dans la baie du Brusc. *Bull. inst. Océano. Monaco. 1*, 1197.

MARS, P., 1961 - Recherches sur quelques étangs du littoral méditerranéen français et sur leurs faunes malacologiques. *Thèse Sci.*

Nat. Faculté des Sciences de Marseille, 1-270.

MOLINIER, R. et PICARD, J., 1952 - Recherches sur les herbiers de Phanérogames marins du littoral méditerranéen français. *Ann. inst. Océanogr. 27,* 157-234.

PELLEGRINI, L. et PELLEGRINI, M., 1970 - Observations sur la teneur en Oxygène dissous des eaux de la lagune du Brusc. *Bull. inst. Océanogr. Monaco,* 1405.

VICENTE, N., 1973 - Intérêt écologique de la Lagune du Brusc. *Bull. Observatoire de la Mer (1),* 27-42.

VICENTE, N., 1975 - Pour la sauvegarde de la Lagune du Brusc. *Bull. Observatoire de la Mer* (Supplément), 1-12 et Colloque sur les Parcs naturels nationaux et régionaux - Marseille 5 - 8 juin 1975.

FIGURES

Fig.1


N
Le Cassereau
Petit ROUVEAU
Observatoire de la Mer
Grand ROUVEAU
La Canvette
Salins
LAGUNE DU BRUSC
LE BRUSC
CAP SICIE
Isthme du Gabu à percer
Courant de surface (entrant)
Courant de fond sortant
Mattes de Posidonies (Tombolo
Secteur envasé et comblé
E : 1/30 000
125 m

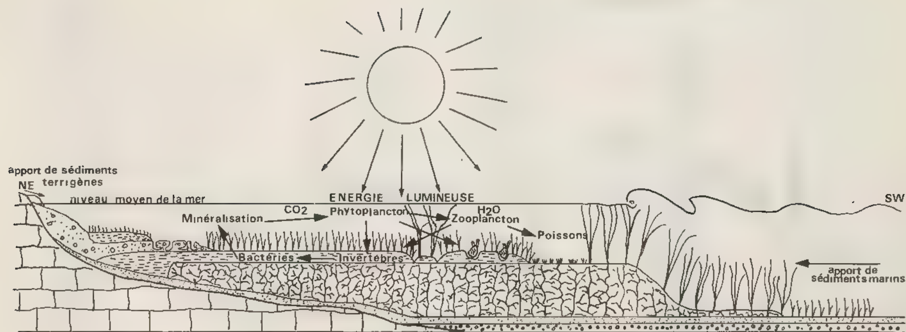


Fig. 2 - Cycle de la matière dans la lagune du Brusc

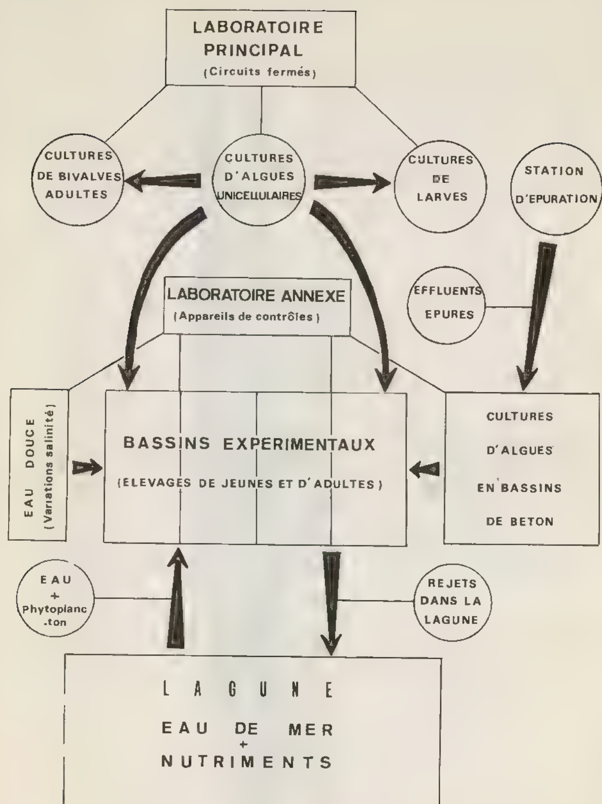


TABLEAU SYNOPTIQUE DES INSTALLATIONS POUR LA CONCHYLICULTURE SUR L'ILE DES EMBIEZ (VAR)

HALIOTIS Vol. 5 1975 (1976)

LE SCHEMA D'AMENAGEMENT DU LITTORAL BAS-NORMAND
ET L'AQUACULTURE

par André BERQUIN (1)

RESUME

La Basse-Normandie possède un milieu marin favorable au développement de l'aquaculture. Encore faut-il que certaines conditions soient réalisées : renforcement des moyens de recherche, réservation et protection des sites, formation et réorganisation professionnelles. La programmation de ces opérations constitue un volet important du schéma du littoral de la Basse-Normandie.

SUMMARY

AQUACULTURE IN LOW NORMANDY

Low normandy has good natural conditions for development of mariculture. But it is necessary to realize some preliminary conditions : to renforce research means, reserve and protect sites, educate and reorganize professions. Programming of the operations constitute an important part of "Régional plan for the schore ol low normandy".

(1) Architecte Urbaniste, Directeur des Etudes de la Mission d'Aménagement de la Basse Normandie - Rue Varignon - CAEN.

Le littoral est l'enjeu de multiples activités dont les effets se cumulent pour tendre vers l'occupation linéaire totale et la destruction généralisée de cet espace précieux. Un schéma d'aménagement du littoral de la Basse-Normandie (2) s'est avéré nécessaire pour définir les priorités dans l'occupation des sols tant terrestres que marins, trouver des solutions aux conflits, proposer et mettre en oeuvre les formes nouvelles de développement et d'aménagement qu'impliquent ces choix.

Quatre orientations furent définies :

- la protection du milieu naturel, dont l'objectif est de préserver de la disparition le capital sites/nature qui constitue un bien collectif, mais aussi un milieu créateur de vie et indispensable à la poursuite de certaines activités économiques en particulier celles liées à l'exploitation de l'estran.

- la réorientation du tourisme, aujourd'hui presque exclusivement fondé sur le développement de la résidence secondaire le long du rivage (3) alors même que la fréquentation touristique globale et les retombées économiques stagnent, car l'offre est inadéquate,(tant en matière d'hébergements que d'équipements et d'espaces naturels gérés) aux aspirations des clientèles.

- L'aménagement en profondeur, qui en s'appuyant sur la structure économique des villes du proche arrière pays, réserve le littoral aux seuls équipements et aux seules activités qui lui sont directement liées, en particulier à l'exploitation de la mer et aux trafics maritimes.

L'affirmation du rôle de la mer enfin qui offre la possibilité d'une exploitation rationnelle de la mer dans des conditions économiques satisfaisantes et des conditions écologiques préservées.

(2) Présent par le Comité Interministériel d'Aménagement du Territoire du 3 août 1972.

(3) 5 000 "villas" implantées de cette façon suffiraient à combler le littoral bas-normand non encore bâti.

En effet, la mer était encore tout récemment la grande oubliée dans cette région bordée par 450 km de côtes, à un point tel qu'on ne trouvait aucun représentant de ces professions inorganisées dans les instances régionales. Un premier remède y fut porté par la création en Juin 1974 d'un "Groupement régional des pêches et cultures marines" organisme semble-t-il unique en France. Avec la participation de ces professionnels et avec l'aide des administrations concernées on a pu établir un programme de développement à moyen terme visant le développement des cultures marines en Basse-normandie. L'enjeu est de passer du stade actuel, caractérisé par la cueillette de la pêche côtière, la surexploitation de certains fonds ou la sous exploitation d'autres au stade du contrôle du processus de production c'est à dire de l'aquaculture.

La Basse-Normandie, dont la production annuelle des produits de la mer est de l'ordre de 43 000 tonnes, peut jouer un rôle non négligeable dans l'équilibre de la balance commerciale de la France. En effet, celle-ci importe près du tiers de sa consommation, ce qui représente 10 % de ses importations en devises. Mises à part quelques expériences en Bretagne, on constate un déficit croissant et une surexploitation des fonds de pêche. On est loin du stade de la production massive.

Or, la Basse-Normandie possède des fonds productifs, des rades abritées, des hâvres et des marais littoraux propices au développement des cultures marines. D'autre part, l'aquaculture y devient une nécessité économique car elle peut diversifier pêche et conchyliculture, apporter des emplois. C'est une activité de Recherche Développement qui fait intervenir un grand nombre de secteurs économiques et peut déboucher sur un secteur agro-alimentaire de transformation et de valorisation.

Le rôle de la Mission d'Aménagement n'est pas de se substituer aux professionnels et aux administrations concernées mais de déterminer les conditions préalables de réussite et d'assurer la mise en oeuvre d'une politique générale de l'aquaculture.

Les conditions préalables. Elles sont de trois niveaux : technique, spatial et structurel.

- Les conditions techniques sont fonction des différents types

d'aquaculture (repeuplement, élevage extensif, élevage intensif) et des différentes espèces susceptibles d'être produites sur le littoral bas-normand.

Le repeuplement, qui vise à regénérer les fonds marins, nécessite le choix judicieux des zones à repeupler et la gestion des stocks existants. L'élevage intensif de certaines espèces de haute valeur marchande semble approprié à la Basse-Normandie, tels les salmonidés, quelques mollusques (coquilles Saint-Jacques, ormeaux, clams, palourdes), avec réserves certains crustacés, et bien entendu l'intensification de la conchyliculture traditionnelle.

Les essais d'aquaculture sont récents et encore de faible importance. Ainsi la SATMAR (4) à BARFLEUR, produit du naissain d'huîtres, de clams, de palourdes. Le GOMM (5) à Saint-Vaast-la-Hougue produit du naissain d'huîtres, l'ARMO (6) s'oriente vers les crustacés et le laboratoire de Luc s/ Mer (7) mène à bien des expériences d'élevage de truites en eau de mer.

- Les conditions spatiales.

La Basse-Normandie présente de nombreuses zones à priori favorables à l'implantation de l'aquaculture. Une quinzaine de sites terrestres occupant près de 1 000 hectares, étangs et marais littoraux pour la plupart, hâvres et estuaires, permettent cette implantation à moyen terme, sous condition d'en réserver l'usage (c'est-à-dire pour certains de les acquérir) et d'en préserver des pollutions les abords et les bassins versants. Ceci fait intervenir les mesures réglementaires à prendre lors de l'élaboration des plans d'occupation des sols et des mesures de sauvegarde à instituer du type "protection de nappes d'eau potable".

Les sites en mer, représentant environ 500 hectares et compris dans la zone des 3 milles permettent l'aquaculture en eau profonde et se situent essentiellement sur les côtes Nord et Est du Cotentin. Il

(4) Société Atlantique de Mariculture.

(5) Groupement des Ostréiculteurs et Mytiliculteurs de la Manche.

(6) Association pour la Recherche Maritime dans l'Ouest

(7) Université de Caen, Professeur LUBET.

faut y ajouter une partie de la Baie du Mont-Saint-Michel.

La richesse biologique de la zone des 3 milles dans laquelle sont inclus ces sites exploitables conduit à reconsidérer la réglementation maritime actuelle. Des cantonnements et des systèmes d'exploitation par rotation devront remplacer l'anarchie des dragages intensifs et le chalutage systématique des fonds.

La pêche côtière, contrainte à l'organisation devra accepter ces principes et participer à leur application. La mise en exploitation de ces zones nécessitera un maintien et une surveillance de la qualité du milieu dans le cadre d'un plan de contrôle global à mettre en oeuvre au niveau régional.

- Les conditions structuelles.

Les types d'organisation à créer nécessaires à la mise en oeuvre de l'aquaculture concernent le renforcement du soutien scientifique, la formation et l'animation des professionnels, les structures de production à mettre en place. Il est nécessaire d'accroître les moyens de l'ISTPM (8), de l'Université de Caen (Laboratoire de Luc-sur-mer) et d'y associer plus étroitement le CNEXO (9).

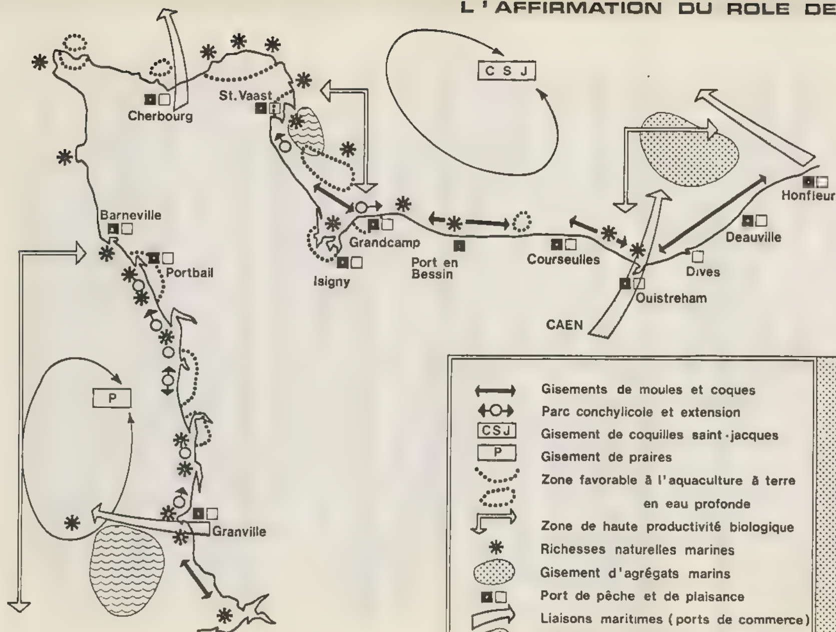
Former et sensibiliser les professionnels demande un programme étalé sur plusieurs années, allant de courtes sessions d'information, à la formation permanente et à la création d'une section spécialisée "cultures marines" à l'Ecole d'Apprentissage Maritime de Cherbourg. Les nécessaires mutations dans l'organisation des professionnels posent enfin le problème d'une structure capable de maîtriser le développement scientifique et économique de l'aquaculture. Une dimension régionale lui est nécessaire.

Mais, le Schéma d'aménagement du littoral bas-normand ne se contentera pas de définir les objectifs à long terme. Il comportera une programmation des opérations et les modalités de leur engagement au cours du VIIème Plan. La Région y a porté attention en affectant un crédit incitatif au développement de l'aquaculture lors du vote de son dernier budget.

(8) Institut Scientifique et Technique des Pêches Marines.

(9) Centre National pour l'Exploitation des Océans.

L'AFFIRMATION DU ROLE DE LA MER



Gisements de moules et coques

Parc conchylicole et extension

Gisement de coquilles saint-jacques

Gisement de praires

Zone favorable à l'aquaculture à terre

en eau profonde

Zone de haute productivité biologique

Richesses naturelles marines

Gisement d'agrégats marins

Port de pêche et de plaisance

Liaisons maritimes (ports de commerce)

Possibilité d'ostréiculture en eau profonde

MABN

A N N E X E

PRESENTATION DU SCHEMA D'APTITUDE ET d'UTILISATION DE LA MER DES PERTUIS CHARENTAIS.

Les SAUM mis en place et étudiés par les Services de l'Equipement ont pour souci de préserver le milieu naturel littoral et les intérêts des divers intervenants, d'étudier et de contrôler avec l'aide des Instances scientifiques concernées un harmonieux développement de l'utilisation de la frange littorale et marine.

Le SAUM des Pertuis Charentais constitue l'une des quatre expériences pilotes menées dans ce but.

Les conclusions de ces études devraient amener une meilleure compréhension et utilisation du milieu littoral et développer une législation adaptée qui pourrait être généralisée à l'ensemble du littoral.

Le choix des Pertuis Charentais pour une telle expérience s'imposait à maints égards et plus particulièrement par suite de l'importance économique et de la renommée de la conchyliculture qui y est développée.

Sans relever exclusivement de ce domaine qui en constitue cependant l'un des aspects essentiels, il nous a paru judicieux d'insérer un résumé de cette étude intéressant les Conchyliculteurs et les Scientifiques, en annexe des Comptes-Rendus du Colloque International de Malacologie marine appliquée.

Nous remercions Monsieur MILLET, Directeur départemental de l'Equipement à La Rochelle, Monsieur BOURLES, Directeur du Groupe Etude et Programmation et Mademoiselle LARRIGNON, Géographe au GEP qui ont permis de réaliser ce document.

J. TARDY
Président
de la Société Française de Malacologie

PRESENTATION DU SCHEMA D'APTITUDE ET D'UTILISATION DE LA MER DES PERTUIS CHARENTAIS (1)

Les Pertuis Charentais ainsi que trois autres sites sur le littoral français (Golfe du Morbihan, Presqu'île de Giens, Rade de Brest), ont été choisis pour la réalisation d'une étude expérimentale sur le milieu marin.- Le schéma d'Aptitude et d'Utilisation de la Mer- en raison de l'intensité et de la diversité de leurs activités.

Ces expérimentations sont en cours depuis janvier 1974 sous la responsabilité du Ministère de l'Equipement, avec le concours de tous les départements ministériels intéressés.

L'objectif global pour le SAUM est d'élaborer un instrument de mise en valeur, de protection, et d'utilisation rationnelle du littoral et du milieu marin : notamment, pour le contrôle et le développement de la conchyliculture dont l'espace d'utilisation, déjà remis en cause dans certains secteurs (périphérie de la Rochelle) par le développement d'autres activités (tourisme, industries), peut se trouver réduit si une réglementation appropriée n'est pas rapidement mise en vigueur et respectée.

Cette activité est vulnérable et menacée dans son existence même, compte tenu des exigences de salubrité, par son importance et la qualité de ses produits, elle a contribué au renom de la région ; elle est le garant de la qualité de vie de ces Pertuis.

---

(1) Direction départementale de l'Equipement, Groupe Etudes et Programmation, Champ de Mars, BP 506, 17021 La Rochelle Cedex.

PRESENTATION DE L'AIRE d'ETUDE.

Encadrée au Nord par l'Ile de RE, au sud par l'Ile d'OLERON à l'est par le littoral continental et en mer, par la limite des 12 milles, la zone d'études n'a pas un périmètre restrictif, puisque les interactions possibles avec les zones adjacentes (Pertuis Breton et Estuaire de la Gironde) seront prises en compte.

Le Pertuis d'Antioche fonctionne comme une mer intérieure où se mêlent les eaux marines et les eaux estuairiennes de la Charente ; il communique au nord avec le Pertuis Breton, au sud avec le Pertuis de Maumusson par deux passages forcés Ré-Continent et Oléron Pointe d'Arvert.

La configuration et la disposition géographique du littoral continental et des îles, ainsi que la nature des substrats terrestres et marins contribuent à faire de cette région une zone privilégiée quant à la productivité primaire nécessaire à la prospérité de la vie marine littorale et à la plateforme continentale.

A l'intérieur de la zone ainsi définie se révèlent des "zones clefs" (1) particulièrement importantes, et qui correspondent aux estuaires (Charente, Seudre) aux vasières médiolittorales, (Anse de Fouras, St-Froult...) jouxtant les marais (Fiers d'Ars, Yves, Rochefort, Hier-Brouage, Marennes, St-Just, Oléron).

Ces zones ont conditionné et conditionnent les activités humaines (telles que la conchyliculture et la pêche côtière) et leur développement. La commission locale chargée de l'étude, constituée par le Préfet, a donc fixé les objectifs suivants :

1°) Contrôle des activités touristiques ;

2°) Développement de l'activité conchylicole dans le Bassin de Marennes, Oléron ;

3°) Développement économique lié aux activités industria-lo-portuaires notamment autour de La Pallice ;

4°) Lutte contre les pollutions

---

(1) Zones clefs : zones situées au niveau des interfaces, c'està-dire les zones de contact entre milieux différents.

EBAUCHE DU SCHEMA.

Cette ébauche a pu se faire à partir des éléments réunis lors des réunions de sous-commissions.

I. Définition des espaces retenus.

1. Notions d'espaces d'utilisation et d'espaces d'influence.

Il s'est avéré que, pour la quasi-totalité des utilisations de la mer et de son littoral, il convient de définir deux zones :

- l'espace d'utilisation ou d'implantation : c'est la portion de territoire occupée par l'activité (parcs à huîtres, ports, plages).

- la zone d'influence : il s'agit de zone ceinturant l'espace d'utilisation, dans laquelle ce dernier a une influence et vice versa, et où toute autre activité est susceptible d'avoir une incidence sur cet espace (périmètre de protection conchylicole en mer, zones d'évolution et de navigation à partir d'un port, zone réservée à la baignade...).

II. Eléments constitutifs du schéma des Pertuis Charentais - Juin 1975.

A partir des objectifs fixés par la Commission Locale : développement économique et maintien du cadre de vie et des activités traditionnelles, les sous-commissions ont défini les différents éléments composant le schéma à l'horizon 1990 :

1. Espaces conchylicoles protégés et zone d'influence réglementée, (Bassin de Marennes-Oléron, Baie de l'Aiguillon, Fiers d'Ars).
   Il a été envisagé que tous les autres sites actuellement conchylicoles pourraient disparaître (proximité de La Rochelle).

2. Zone de pêches interdites ou règlementées, création de cantonnements ;

3. Espaces naturels côtiers protégés :
   Il s'agit : - des zones naturelles d'équilibre, notamment des espaces boisés qui représentent une valeur récréative et peuvent être largement ouverts au public.

- des points écologiques forts qu'il convient particulièrement de protéger (larges zones de marais situées en arrière de vasières littorales en liaison avec liaison avec la mer).

4. Paysages côtiers à protéger vus de la mer ;
5. Localisation des ports de plaisance et zones d'évolution (notamment hors des zones d'activités conchylicoles) ;
6. Plages à protéger et à aménager ;
7. Localisation et extension éventuelle des ports de commerce, des ports ostréicoles et de pêche ;
8. Zones favorables à l'extraction de matériaux.

Les cartes en annexe illustrent quelques aspects de l'occupation et de l'utilisation actuelle et future, ainsi que des propositions d'aménagement et d'espaces à protéger dans la zone considérée.

Ces éléments superposés constituent une amorce de schéma. Il convient d'attendre le résultat :

- des études complémentaires, afin de préciser les zones d'influence.
- des études prospectives définissant dans ce domaine des utilisations nouvelles, pour éventuellement, les insérer dans le schéma.

CONCLUSION.

La procédure d'élaboration adoptée par le SAUM permet d'associer les différents intervenants et les scientifiques sur le milieu marin à des décisions administratives qui, jusqu'alors, étaient pratiquement du seul ressort des techniciens et des instances politiques.

A partir de ces premiers résultats on a pu mettre en évidence quel était :

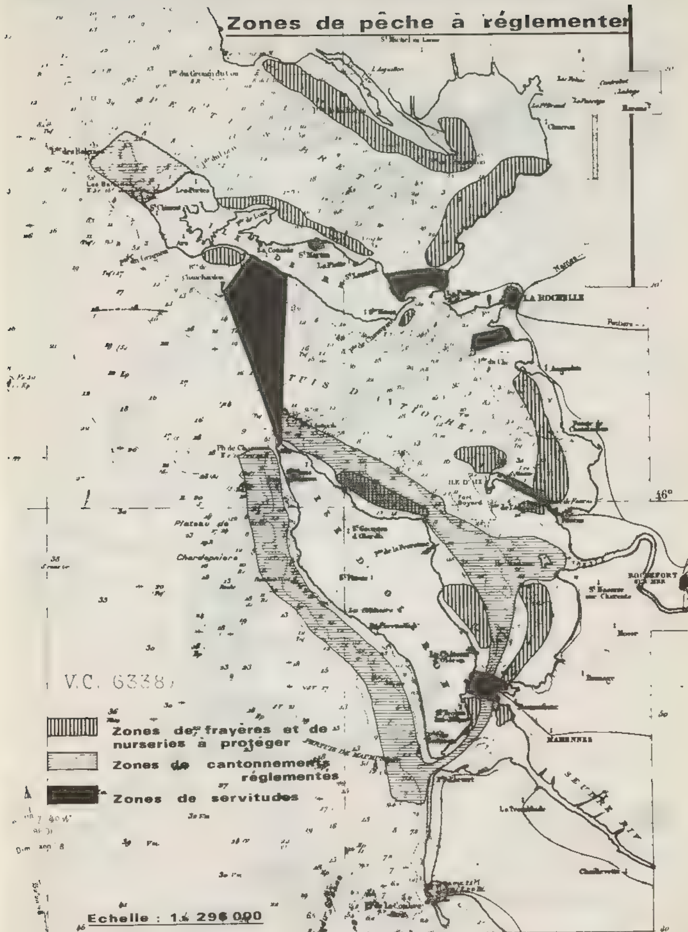
- l'espoir de vie apporté par le SAUM aux socio-professionnels (pêche, conchyliculture ;

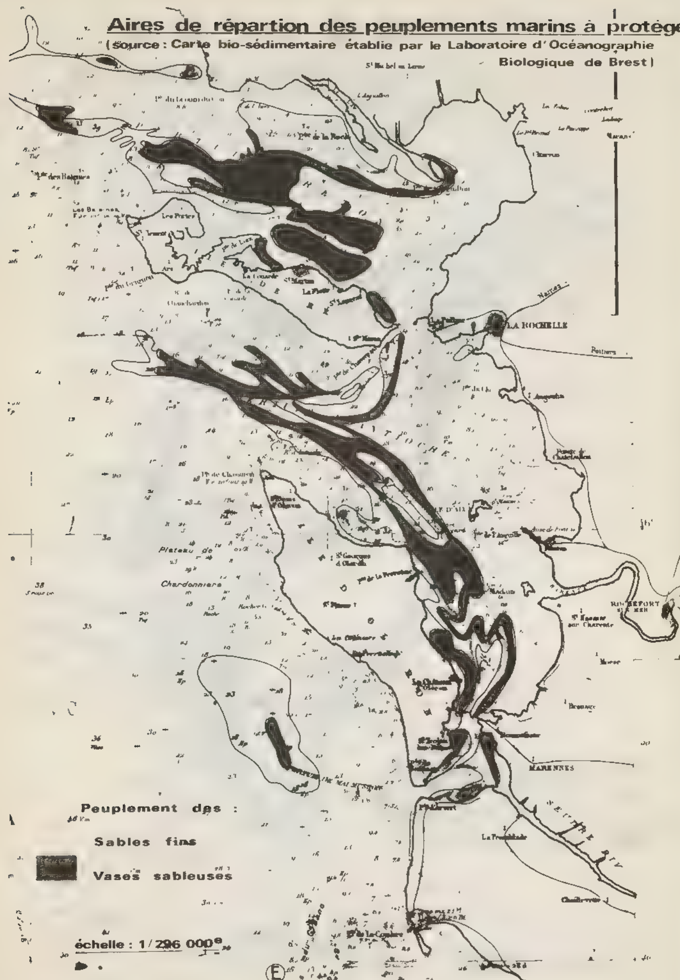
- le souhait des administrations de trouver des solutions appropriées pour résoudre certains problèmes (ex. : la délivrance de l'autorisation pour l'exploitation d'agrégats) ;

- enfin, l'intérêt d'avoir pu créer des liens étroits entre les différentes administrations et les représentants des groupes socio-professionnels, pour envisager l'avenir des Pertuis.

L'étude du schéma menée d'une façon élargie devrait aboutir à un consensus des intervenants.




Zones de pêche à réglementer
LA ROCHELLE
ROCHEFORT SUR MER
MARENNES
46°
Plateau de Chardepniere
Zones de frayères et de nurseries à protéger
Zones de cantonnements réglementés
Zones de servitudes
Echelle : 1 : 296 000
V.C. 6338


Aires de répartion des peuplements marins à protége
(source : Carte bio-sédimentaire établie par le Laboratoire d'Océanographie Biologique de Brest)
LA ROCHELLE
ROCHEFORT SUR MER
MARENNES
Plateau de Chardonniere
Peuplement des :
Sables fins
Vases sableuses
échelle : 1/296 000e

Erratum

Les légendes des figures de la page 33 correspondent aux clichés des pages 104 - 105 - 106.

DIRECTIVES GENERALES POUR LA REDACTION DES MANUSCRITS EDITES DANS LA REVUE "HALIOTIS"

I. PREPARATION DES TEXTES

Haliotis a un format 21 x 29,7. La composition est faite en une colonne par double frappe d'une machine ayant la possibilité de justification (IBM Direction par ex.). Justification du texte : 150 x 230 mm.
Haliotis comprend : des figures au trait, des photographies en simili gravure placées dans le texte, des planches photographiques hors texte en simili gravure ou autres procédés au format 160 x 250 mm.

1. Dactylographie du manuscrit

Il est recommandé aux auteurs d'Haliotis :
. de bien vouloir dactylographier de façon uniforme
. d'espacer les lignes d'au moins deux interlignes
. de n'écrire aucun titre en majuscule
. de ne souligner que les portions de ligne ou les noms devant venir en italique (éventuellement le souligné remplace l'italique dans Haliotis)
. de numéroter les paragraphes avec une graphie simple (un point, un espace), exemples : I,, 1., a., - éviter les graphies telles que I.-, 1), 1°, 1 : .

2. Correction des épreuves

Les auteurs d'Haliotis recevront une seule épreuve pour correction. Il s'agit d'une épreuve sur "cadres" dans laquelle ils signaleront les erreurs. Les corrections d'auteurs qui modifient la copie seront facturées aux auteurs.

II. REDACTION DES TEXTES

1. Auteurs, noms d'espèces.

Le nom de l'auteur de l'article sera accompagné du prénom en toutes lettres. Une note infrapaginale précisera son attache professionnelle et son adresse.
Ex. Jean Claude Fischer*
*Institut de Paléontologie, Muséum national d'Histoire naturelle, 8, rue de Buffon, 75005 Paris.
Dans le texte, les auteurs sont signalés par leur nom, et éventuellement l'initiale de leur prénom, écrit en script (et non en capitales), que ce soit une citation ou l'appel à une référence bibliographique. Les noms des auteurs des espèces sont écrits également en script. La transcription des catégories taxonomiques devra suivre les Règles internationales de nomenclature zoologique.

2. Titres et résumés

Tout article comportera à son début son titre traduit en anglais, suivi d'un résumé(summary) en anglais. Tout article dépassant 2 pages d'Haliotis comportera en outre un résumé dans la langue originelle et placé avant le résumé en anglais.

3. Sommaires et tables

Les rapports et les articles dépassant 10 pages d'Haliotis, comporteront un sommaire (ou table des matières), placé à leur fin. La table des illustrations ne devient nécessaire que si les illustrations sont suffisamment nombreuses.

4 Références bibliographiques

Il est préférable de nommer "travaux cités" ou "références bibliographiques" la liste des ouvrages et articles cités dans le texte.
Les publications seront classées par ordre alphabétique. Chaque référence bibliographique sera faite selon les exemples suivants :
MENOT J.C. et RAT P., 1967.- sur la structure du complexe récifal jurassique de la vallée de l'Yonne, C.R.Acad.Sci., Paris, sér. D, 264 (23), p.2620-2623, 1 fig.
TERMIER H. et TERMIER G., 1952 - Histoire géologique de la biosphère, Masson édit., Paris, 721 p., 36 cartes, 8 lith., 117 fig.

III. FIGURES DANS LE TEXTE

Les dessins et cartes doivent être faits sur bristol blanc ou sur calque à l'encre de chine. Ils doivent être prévus pour une réduction finale de 1/2 au maximum (important : la hauteur des lettres et des chiffres ne devra pas être inférieure à 1,5mm après réduction. Les photographies seront les plus nettes possible, sur papier brillant, et normalement contrastées. Les lettres, chiffres et légendes inclus dans des dessins et photographies seront réalisés avec un procédé autocollant (type "letraset") ou, à la rigueur, à l'aide d'une machine à écrire à frappe absolument nette.

IV. PUBLICATION

Les textes non conforles à ces prescriptions seront retournés aux auteurs.
L'acceptation définitive des manuscrits est faite par le Comité de rédaction
Il pourra être demandé aux auteurs une contribution financière pour les planches photographiques importantes dont la reproduction est fort coûteuse ou pour les dépassements de pages (la longueur maximale des textes, communications et rapports se trouvant fixée à chaque congrès et colloque).

V. TIRES-A-PART

Haliotis n'assure pas un nombre de tirés-à-part gratuits. Le prix des tirés est fixé à la page selon les possibilités financières d'impression de la société.

- 9 DEC. 1976